



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



ISABELLE DA COSTA WANDERLEY ALENCAR

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS UNIDADES DE MANEJO
FAMILIARES QUE PRODUZEM COCO-ANÃO VERDE EM MONOCULTIVO E
PRODUÇÃO CONSORCIADA NO PERÍMETRO IRRIGADO DAS VÁRZEAS DE
SOUSA-PB**

CAMPINA GRANDE-PB
2018

ISABELLE DA COSTA WANDERLEY ALENCAR

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS UNIDADES DE MANEJO
FAMILIARES QUE PRODUZEM COCO-ANÃO VERDE EM MONOCULTIVO E
PRODUÇÃO CONSORCIADA NO PERÍMETRO IRRIGADO DAS VÁRZEAS DE
SOUSA -PB**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFCG como pré-requisito para obtenção do título de Doutora em Recursos Naturais sob orientação do Prof. Dr Pedro Vieira de Azevedo.

CAMPINA GRANDE-PB
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A368a Alencar, Isabelle da Costa Wanderley.

Avaliação da sustentabilidade das unidades de manejo familiares que produzem coco-anão verde em monocultivo e produção consorciada no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa-PB./ Isabelle da Costa Wanderley Alencar. – Campina Grande, 2018.

141 f. Il. Color.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo".

Referências.

1. Agricultura Familiar. 2. Avaliação de Sustentabilidade. 3. Perímetro irrigado.
I. Azevedo, Pedro Vieira de. II. Título.

CDU 631.115.11(813.3)(043)

ISABELLE DA COSTA WANDERLEY ALENCAR

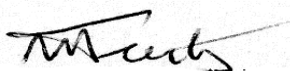
“AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS UNIDADES DE MANEJO
FAMILIARES QUE PRODUZEM COCO-ANÃO VERDE EM MONOCULTIVO E
PRODUÇÃO CONSORCIADA NO PERÍMETRO IRRIGADO DAS VÁRZEAS DE
SOUSA-PB”

APROVADA EM: 28/02/2018

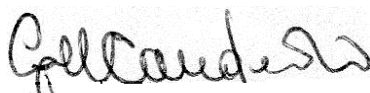
BANCA EXAMINADORA



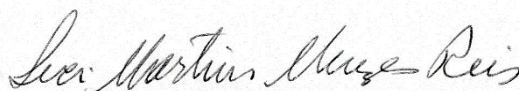
Prof. Dr. **PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO**
UFCG



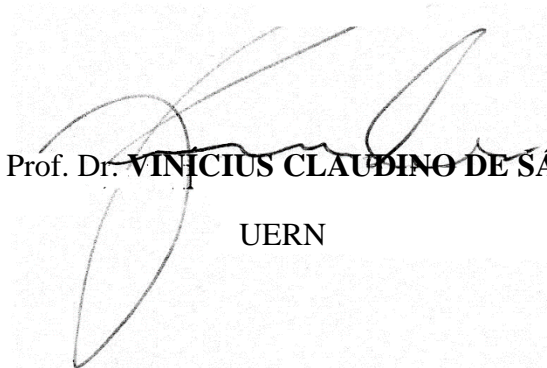
Prof.^a Dr.^a **LÚCIA SANTANA DE FREITAS**
UFCG



Prof. Dr. **GESINALDO ATAÍDE CÂNDIDO**
UFCG



Prof. Dr. **LECI MARTINS MENESES REIS**
IFRN



Prof. Dr. **VINICIUS CLAUDINO DE SÁ**
UERN

Ao meu filho Gabriel, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, para quem tudo é possível.

Ao meu orientador, Prof. Pedro Vieira de Azevedo, pela ajuda nos passos de toda essa caminhada.

Ao Prof. Gesinaldo Ataíde Cândido, pela inspiração do tema desse trabalho e disponibilidade em dividir seus conhecimentos.

À banca examinadora, pela contribuição efetiva para a construção inicial desse trabalho.

Aos meu pais, por desde cedo terem apoiado meus estudos.

À George Alencar, pelo companheirismo diário e pela companhia nas idas e vindas nas estradas rumo ao Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS).

À Tatiana Souza e Tafnes Andrade, da sala de aula para a vida. À Paulo Abrantes e Maria da Conceição Patrício, pelo apoio. E demais colegas de curso, pelas risadas e agradável companhia.

À Anderson Pimentel e Kleber Vieira, irmãos que a vida me deu como presente inestimável.

Aos agricultores do PIVAS, que se dispendo a construir essa tese, construíram em mim uma nova forma de ver a vida, de pensar e agir, de cooperar.

Ao corpo administrativo do Distrito do Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (DPIVAS), pela disponibilização de informações e documentos acerca do funcionamento do PIVAS.

"O sertanejo é, antes de tudo, um forte"

(Euclides da Cunha)

RESUMO

Avaliações de sustentabilidade na agricultura fornecem informações essenciais sobre a viabilidade dos sistemas agrícolas, contribuindo para a busca do desenvolvimento sustentável. Este trabalho de tese objetivou avaliar o estado de sustentabilidade das unidades de manejo familiares que produzem coco-anão verde em monocultivo e produção consorciada no PIVAS. O objetivo geral do estudo foi avaliar o estado da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares que produzem coco-anão verde nessas duas formas de manejo. Os agroecossistemas estudados pertencem aos setores 6 e 7 do PIVAS e o estudo de campo ocorreu entre os anos de 2015 e 2016. O método para realizar a pesquisa fundamentou-se na proposta Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS) e abordou as dimensões ambientais, econômicas e sociais da sustentabilidade. O desenvolvimento do trabalho resultou em 6 indicadores de sustentabilidade compostos: recursos hídricos, manejo do solo, qualidade do solo, qualidade de vida, atividades laborais e condições econômicas. A mensuração dos indicadores ocorreu via entrevistas, observações diretas e análises laboratoriais. O Índice de Sustentabilidade Geral (ISG) do monocultivo foi de 2,14 e o do consórcio foi de 2,13, eles indicam que os agroecossistemas estão em condições regulares de sustentabilidade e que não há grandes evidências de diferenças entre eles. Com relação aos Indicadores de Sustentabilidade Compostos Gerais (ISCGs), os piores resultados estiveram relacionados aos recursos hídricos (1,99) e condições econômicas (1,67) ambos em situações que não contribuem com a sustentabilidade local e corroborando a relação verificada entre o não atendimento da demanda hídrica integral das plantas e sua plena produtividade. O melhor resultado (2,49) relacionou-se à qualidade de vida, representando uma condição regular de sustentabilidade. Era esperado que o consórcio tivesse demonstrado melhores níveis de sustentabilidade, no entanto, foi verificado que ele obteve situação de sustentabilidade abaixo da regular em qualidade do solo e condições econômicas. Para os dados analisados, não houve diferenças significativas entre o monocultivo e o cultivo consorciado, isso pode ter sido decorrente da forte estiagem que comprometeu a produção do coqueiro-anão em ambos os tipos de cultivo.

Palavras-chave: Avaliação de sustentabilidade. Agricultura familiar. Perímetro irrigado.

ABSTRACT

Sustainability evaluation in agriculture provides essential information on the feasibility of farming systems, contributing to the pursuit of sustainable development. This study deals with the sustainability of coconut trees cultivation in the irrigated perimeter of the Sousa floodplains, where the dwarf coconut is cultivated in monoculture and in mixed intercropping with the banana trees. The overall objective was to assess the sustainability of the family agroecosystems that produce coconut trees in those two management forms. The agroecosystems studied belong to sectors 6 and 7 of the irrigated perimeter and the field study occurred between the years 2015 and 2016. The method for conducting the research was based on the proposal MESMIS (Framework for the evaluation of natural resource management systems incorporating sustainability indicators) and addressed the environmental, economic and social dimensions of sustainability. The development of the work resulted in 6 composite sustainability indicators: water resources, soil management, soil quality, quality of life, labor activities and economic conditions. The indicators were measured through interviews, direct observation and laboratory analyses. The Overall Sustainability Index of the monoculture was 2.14 and of the mixed intercropping was 2.13, both indicating that the agroecosystems are in regular conditions of sustainability, and that there are no great differences between them. About the overall composite sustainability indicators, the worst results were related to water resources (1.99) and economic conditions (1.67), both demonstrating small contribution to the local sustainability and corroborating a verified relationship between not providing integral water demand to plants and their full productivity. The best result (2.49) was the quality of life, representing a regular condition of sustainability. For the data analyzed, there were no significant differences between monoculture and mixed intercropping, this may have been due to the strong drought that compromised the production of dwarf coconut in both types of cultivation.

Keywords: Sustainability evaluation. Family farming. Irrigated perimeter.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Setores e lotes da agricultura familiar no PIVAS.	49
Tabela 2 -	Indicador de Sustentabilidade Composto Recursos Hídricos (ISCRH).	73
	Resultado do Indicador de Sustentabilidade Composto Manejo do Solo	
Tabela 3 -	(ISCMS)	79
Tabela 4 -	Resultados do indicador fertilidade do solo com base em análise laboratorial.	84
Tabela 5 -	Notas de cada componente do indicador fertilidade do solo.	84
Tabela 6 -	Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade do Solo (ISCQS)	86
Tabela 7 -	Indicador eletrodoméstico e eletrônico	91
Tabela 8 -	Indicador acesso à serviços públicos.	91
Tabela 9 -	Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade de Vida (ISCQV)	96
Tabela 10 -	Indicador de Sustentabilidade Composto Atividades Laborais (ISCAL).	98
Tabela 11 -	Notas do indicador criação de animais.	101
Tabela 12 -	Indicador de sustentabilidade composto condições econômicas (ISCCE).	103
Tabela 13 -	Resultado integrados dos Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC), Indicadores de Sustentabilidade Compostos Gerais (ISCG) e Índice de Sustentabilidade Geral (ISG).	111
Tabela 14 -	Teste <i>U</i> de Wilcoxon-Mann-Whitney para postos gerais da variável método de cultivo. Valores destacados são significantes em $p < 0,05$.	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Relação entre atributos, critérios de diagnóstico, indicadores de sustentabilidade compostos (ISC) e suas relações com as dimensões da sustentabilidade.	68
Quadro 2 -	Constituição dos Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC) e seus respectivos métodos de avaliação.	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Níveis de sustentabilidade de cada agroecossistema para o ISCRH.	75
Gráfico 2 -	Resultado do ISCMS para cada agroecossistema.	80
Gráfico 3 -	Níveis de sustentabilidade do ISCQS para todos os agroecossistemas estudados.	80
Gráfico 4 -	Níveis de sustentabilidade do ISCQV para todos os agroecossistemas estudados.	88
Gráfico 5 -	Níveis de sustentabilidade do ISCAL para todos os agroecossistemas estudados.	100
Gráfico 6 -	Volume dos reservatórios do Nordeste de 2011 a 2016	108
Gráfico 7 -	Volume dos reservatórios do Estado da Paraíba nos meses de outubro no período de 2012 a 2017.	108
Gráfico 8 -	Rendimento da produção de coco-anão verde no município de Sousa no período de 2011 a 2016.	108
Gráfico 9 -	Rendimento da produção de banana no município de Sousa no período de 2011 a 2016.	109
Gráfico 10 -	Níveis de sustentabilidade do ISCCE para todos os agroecossistemas estudados	109
Gráfico 11 -	Valores dos ISCs dos agroecossistemas em consórcio	112
Gráfico 12 -	Valores dos ISCs dos agroecossistemas em monocultivo	112
Gráfico 13 -	Teste <i>U</i> de Wilcoxon-Mann-Whitney para médias gerais da variável método de cultivo. Valores destacados são significantes em $p < 0,05$.	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema geral do método MESMIS.	34
Figura 2 -	Mapa do Estado da Paraíba com destaque para a localização do município de Sousa na região do Alto Piranhas.	44
Figura 3 -	Mapa do Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS).	47
Figura 4 -	Reservatório de compensação do PIVAS.	48
Figura 5 -	Sede administrativa do PIVAS.	48
Figura 6 -	Ciclo de avaliação do MESMIS.	51
Figura 7 -	Reunião no DPIVAS.	52
Figura 8 -	Entrevista com agricultor do PIVAS.	53
Figura 9 -	Representação esquemática da normalização dos dados	55
Figura 10 -	Microaspersor para irrigação do coqueiro-anão no PIVAS.	57
Figura 11 -	Monocultivo do coqueiro no PIVAS.	59
Figura 12 -	Consórcio coqueiro-bananeira no PIVAS.	59
Figura 13 -	Coco-anão verde atingido pelo ácaro (<i>Aceria guerreronis</i>).	60
Figura 14 -	Construção de cacimbão em lote do PIVAS	71
Figura 15 -	Cisterna para captação de água em lote do PIVAS.	74
Figura 16 -	Lotes do PIVAS com e sem fornecimento de água às plantações.	75
Figura 17 -	Aproveitamento dos restos culturais do coqueiro.	78
Figura 18-	Local destinado para depósito temporário do lixo doméstico dos agricultores familiares.	88
Figura 19 -	Estrada local do PIVAS no Setor 6.	90
Figura 20 -	Escola local que atende as crianças dos agricultores do PIVAS.	95
Figura 21 -	Perdas na produção do coco-anão verde decorrentes da falta d'água.	104
Figura 22-	Criação de animais em lote de monocultivo.	105
Figura 23-	Tentativa de obtenção de água com a finalidade de minimizar as perdas da produção.	107

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualizando o tema e o problema da tese	14
1.2	Justificativa	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Desenvolvimento sustentável	20
2.2	Iniciativas e acordos globais sobre o meio ambiente	23
2.3	Indicadores de sustentabilidade	24
2.4	Modelos de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas familiares	27
2.4.1	<i>International framework for the evaluation of sustainable land management (FESLM)</i>	27
2.4.2	Marco conceitual do instituto interamericano de cooperação para agricultura (IICA)	29
2.4.3	<i>Marco para evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS)</i>	30
2.5	Agricultura familiar	35
2.6	Agricultura sustentável e sistema de indicadores na agricultura	37
2.7	Cultivo do coqueiro	40
2.7.1	Implantação do coqueiro no Brasil	40
2.7.2	Características das plantas e requerimentos para o cultivo	42
3	MATERIAIS E MÉTODOS	44
3.1	Caracterização da área de estudo	44
3.2	Caracterização do estudo	49
3.3	Avaliação da sustentabilidade através do método MESMIS	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	Descrição do ambiente do estudo	56
4.1.1	Caracterização geral dos agroecossistemas	56
4.1.2	Sistemas de manejo	58
4.2	Análise dos pontos críticos	2
4.3	Seleção dos indicadores estratégicos	7
4.4	Seleção dos indicadores e construção dos indicadores de sustentabilidade compostos	69
4.5	Apresentação integrada dos resultados	110
5	CONCLUSÃO	114
	REFERÊNCIAS	116
	ANEXO A – Análise de solo	129
	ANEXO B – Análise de água	132
	APÊNDICE A – Roteiro orientador dos pontos críticos	134
	APÊNDICE B – Entrevista	135

1 INTRODUÇÃO

A seção é composta pela contextualização do tema e do problema da tese, pela justificativa e pelos objetivos trabalhados, mediante aplicação do método “*Marco para evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad*” (MESMIS).

1.1 Contextualizando o tema e o problema da tese

Uma proporção substancial da superfície terrestre é utilizada pelos sistemas de produção agrícola, os quais servem para vários propósitos: provimento de comida, fibras e também como *habitat* para diversos organismos. Eles podem ser definidos como o conjunto de atividades realizadas pelos agricultores, podendo ser considerados como equivalentes a um agroecossistema, isto é, um ecossistema que foi modificado pelo homem a fim de atender as suas necessidades (FEIDEN, 2005). O sistema de produção agrícola pode ser classificado em convencional ou tradicional de acordo com as modificações feitas no ecossistema original. Quanto à gestão, os sistemas de produção podem ter caráter patronal ou familiar. A gestão de caráter patronal está mais relacionada com a agricultura convencional, baseada em princípios da revolução verde, enquanto os sistemas de produção familiar relacionam-se mais intimamente com a agricultura tradicional.

A agricultura familiar possui características básicas como a gestão sob responsabilidade dos proprietários, onde se destacam os laços de parentesco e o trabalho agrícola subordinado ao grupo doméstico. Aqui o patrimônio é quase sempre um legado, transferido entre gerações e deliberado pelos próprios membros que vivem na unidade produtiva (ABRAMOVAY, 1997). Essas características da agricultura familiar não devem servir para rotulá-la como sinônimo de agricultura de subsistência, produção de baixa renda ou pequena produção, pois ela representa uma oportunidade para impulsionar as economias locais, especialmente quando combinada com políticas públicas específicas destinadas a promover a proteção social e o bem-estar das comunidades (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2014).

No Brasil, dados do censo agropecuário de 2006, mostraram que a agricultura familiar corresponde a 84,5% do total dos estabelecimentos, mas isso representa apenas 24,3% da área ocupada pela agricultura em todo o país. A região Nordeste apresenta 50% desses estabelecimentos, o que corresponde a 35% da área total dessa região destinada à agricultura familiar. Ademais, a agricultura familiar é responsável por 38% do valor bruto da produção e apresenta importante papel como fornecedora de alimentos básicos para a população brasileira

(INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009). A importância da agricultura para o Nordeste brasileiro está na sua forte participação no fornecimento de alimentos para a população e na geração de emprego nas áreas rurais. No cultivo do coqueiro, em particular, o Nordeste concentra os principais Estados produtores do país.

No Estado da Paraíba, a agricultura familiar é representada pela maior parte dos estabelecimentos rurais (88,51% do total de estabelecimentos agropecuários), embora ocupe uma área de 42,16% da área total destinada à agricultura nesse Estado (AQUINO; LACERDA; LIMA, 2014). De acordo com Melo (2013), utilizando dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2011, os cultivos de banana, coco-anão verde e mamão se destacam dentre as lavouras permanentes do Estado da Paraíba e juntos representam 78% do total da produção dessas lavouras, tendo os dois primeiros as produtividades mais competitivas. A cocoicultura é uma atividade tradicional do município de Sousa, no sertão do Estado da Paraíba e, mesmo à custa de graves problemas ambientais, como a erosão e salinização do solo, podendo ser considerada a melhor água de coco do Brasil leva os agricultores locais a focarem sua produção no coqueiro-anão. Segundo Fernandes et al. (2015), o coqueiro tem crescimento e produção contínua em condições climáticas ideais, no entanto, em locais onde a evapotranspiração é elevada e a distribuição das chuvas é irregular, ocorrem déficits hídricos sazonais que afetam o desenvolvimento e a produção, sendo necessário o uso de irrigação.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi operacionalizado a partir da elaboração de indicadores ou outras ferramentas de avaliação buscando mensurar a sustentabilidade a partir da reunião de informações que supostamente forneciam algum tipo de precisão aparente (BELLEN, 2005). Logo, a formulação de tais índices deveria, portanto, abranger conceitos e ideias fáceis de ser compreendidos pela população e ajudar no entendimento do que seria sustentabilidade, isso favorece em muito a divulgação de pesquisas científicas nessa área.

Os indicadores de sustentabilidade, de certa maneira, ajudam a enxergar as ligações entre e dentro dos diversos aspectos do que se convencionou chamar de desenvolvimento, segundo vários níveis de coexistência ou codependência, sendo necessário, para isso, identificar os elementos principais e selecionar certos indicadores que forneçam informações essenciais e confiáveis sobre a viabilidade de cada uma das dimensões do sistema. Esse processo auxilia na tomada de decisão e fornece bases para futuras ações (BELLEN, 2005).

Costa (2010b) identifica metodologias de avaliação de sustentabilidade na agricultura que apresentam dois procedimentos distintos para a seleção de indicadores: 1) metodologias onde os indicadores estão previamente definidos; 2) metodologias onde os indicadores são

definidos de acordo com a realidade e o problema a analisar. Dentre as metodologias onde os indicadores são definidos de acordo com o problema a ser investigado, encontra-se o MESMIS, construído a partir de indicadores baseados nas dimensões social, econômica e ambiental (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000). De acordo com Verona (2008), que aplicou o método no Sul do Brasil, o MESMIS vem sendo amplamente utilizado no mundo, com ênfase em agricultura familiar com fundamentos ecológicos, aliando flexibilidade, abordagem participativa e interdisciplinar, permitindo que o processo de avaliação da sustentabilidade seja adaptado aos agroecossistemas estudados. Deste modo, o MESMIS constitui uma poderosa ferramenta metodológica para essa pesquisa.

No perímetro irrigado das várzeas de Sousa (PIVAS), agricultores familiares cultivam coqueiro-anão em seus lotes, alguns em monocultivo e outros em consórcio (principalmente em consórcio com a bananeira), ambos igualmente viáveis para fins de produção, segundo Menino (2013). Nesse contexto, pode-se associar a produção do coco com o desenvolvimento rural e agrícola sustentável tanto com relação ao seu tipo de cultivo quanto por sua viabilidade, dado sua grande exigência hídrica. Espera-se que o consórcio agregue em si características que minimizem os riscos de perda da plantação, promova variabilidade na produção de alimento, seja ecologicamente mais viável e proporcione melhor retorno financeiro. Pensando nisso, a formulação de indicadores específicos pode ser uma alternativa para avaliar o nível de sustentabilidade entre o mono e o consórcio para as áreas de produção do coqueiro-anão no PIVAS.

Com base no que foi exposto, e levando em consideração o evidente impacto da agricultura sobre os ecossistemas e a diversidade biológica, e ao mesmo tempo a importância econômica da produção de coco-anão verde no PIVAS para o desenvolvimento local, pode-se questionar qual das unidades de manejo familiares de coco-anão verde presentes no PIVAS é mais sustentável, se as em consórcio ou as de monocultivo. Diante disso, a hipótese inicial foi de que as unidades de manejo que cultivam coco-anão verde em consórcio eram as mais sustentáveis.

Dessa forma, está disponibilizado um meio de avaliação da sustentabilidade local, o qual contribui para o processo de tomada de decisão. Assim sendo, a presente pesquisa objetivou alcançar os seguintes objetivos:

Geral: Avaliar o estado de sustentabilidade das unidades de manejo familiares que produzem coco-da-baía em monocultivo e policultivo no PIVAS.

Específicos:

- Caracterizar os sistemas de manejo do coqueiro-anão no PIVAS;
- Identificar os pontos críticos que limitam ou fortalecem a sustentabilidade dos sistemas de manejo em monocultivo e policultivo;
- Elaborar indicadores representativos para as dimensões social, econômica e ambiental das plantações;
- Mensurar os indicadores para verificação do nível de sustentabilidade dos sistemas de manejo;
- Comparar o estado de sustentabilidade dos sistemas de manejo do coqueiro-anão em monocultivo e policultivo.
- Contribuir para mitigação dos problemas encontrados no PIVAS relacionados aos atributos de sustentabilidade (produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão).

1.2 Justificativa

O tema de estudo foi selecionado tendo em vista o cultivo de coco-anão verde (*Cocos nucifera*) em um ambiente semiárido. O coqueiro-anão é uma planta de alta demanda hídrica, assim, sua representatividade no sertão do Estado da Paraíba só é possível com a utilização da irrigação, particularmente o PIVAS, cujo fornecimento de água depende exclusivamente do complexo de barragens Coremas/Mãe d'água. O coco-da-baía verde tem forte apelo cultural e econômico na região do Vale do Piranhas, famosa por produzir água de coco de excelente qualidade para comercialização. Mas essa tradição, que antecede o PIVAS, decorre das plantações irrigadas pelo açude de São Gonçalo que atualmente encontram-se em colapso hídrico, enquanto o solo apresenta marcante esgotamento. Em seus melhores dias, os agricultores conseguiam obter alta lucratividade nas colheitas e, apesar da derrocada econômica causada pela diminuição do volume de água, a tradição continua a exercer forte apelo para que o continue a ser cultivado nessa região (FARIAS, 2010).

É possível observar a predominância dessa planta na paisagem do PIVAS, no entanto, alguns agricultores familiares aproveitam o espaçamento (geralmente de 7 metros) entre os coqueiros para o cultivo da bananeira (cultivar Pacovan), caracterizando o consórcio. Uma das principais razões para os agricultores optarem por esse tipo de manejo é o aumento da produção total do lote e a possibilidade de obter renda em mais de um produto agrícola. Abson, Fraser e Benton (2013) verificaram que a resiliência agrícola esteve positivamente

correlacionada com a diversidade de uso do solo agrícola. Pode ser que isso explique, em parte, o cultivo de bananeiras nos lotes do PIVAS.

A diversidade do uso da terra pode ter um papel importante no sentido de garantir maiores retornos econômicos em face de condições de mercado e ambientais incertas. Mas, apesar dessas promessas de vantagens, alguns agricultores optam pelo plantio exclusivo do coqueiro-anão por causa da facilidade do manejo, por sua alta rentabilidade e facilidade de comércio. Por isso, o monocultivo e o consórcio do coqueiro-anão estimularam uma investigação acerca da sua sustentabilidade, afim de saber qual dessas duas formas poderia ser, comparativamente, a mais sustentável dentre elas, considerando as dimensões econômica, social e ambiental. Além disso, a agricultura familiar local, considerada como moderna e rentável, e o uso intensivo de irrigação em região semiárida, reforçou o interesse acerca da sustentabilidade real dessa produção. Entretanto, a presença de alguns lotes com consórcio permite pressupor que os níveis de sustentabilidade poderiam ser maiores nessa situação, uma vez que o consórcio promoveria maior sombreamento do solo, reduzindo sua temperatura e diminuindo a taxa de mineralização da matéria orgânica; reduzindo a perda de nutrientes por lixiviação; promovendo maior eficiência do uso da água e do solo; maior rentabilidade; maior segurança ao agricultor através da comercialização de diferentes cultivos (FONTES; PASSOS, 2005). Em se tratando disso, considera-se importante verificar a sustentabilidade das unidades de manejo de monocultivo e consórcio do coqueiro-anão no PIVAS, com resultados que forneceria dados para a discussão sobre as formas de manejo na plantação de coco-anão verde em ambiente semiárido. Atualmente há um forte apelo para conversão dos sistemas de produção agrícola à sustentabilidade, o consórcio é uma premissa da agroecologia (GLIESSMAN, 1985; MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000), a qual busca atingir a agricultura sustentável. De um modo geral, a verificação da sustentabilidade na agricultura contribui com a promoção de melhorias no modo de utilização dos recursos naturais.

A escolha do PIVAS como área de estudo relacionou-se ao aumento da fruticultura local, especialmente em relação ao cultivo do coqueiro, e o interesse de verificar a sustentabilidade da produção. Segundo o IBGE, a Paraíba está entre os 10 principais Estados brasileiros na produção de coco-anão verde (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013; 2014; 2016; 2017) e, especialmente em 2012, ano rico em chuvas, produziu 57.456 mil frutos, só o município de Sousa, onde estão os lotes estudados, foi responsável pela produção de 24.354 mil frutos.

A maneira como os recursos naturais são utilizados determina a forma como uma atividade se relaciona com o meio ambiente, sendo a agricultura uma atividade essencial à

manutenção da vida humana, essa pode ser apontada como responsável por causar sérios impactos ao ambiente ao longo dos séculos, ainda que ela seja nosso maior meio de produção de fibras e energia. Pensando em minimizar os seus efeitos, a utilização de indicadores de sustentabilidade permite dizer se uma atividade pode ser ou não considerada sustentável com base em dimensões ambientais, sociais e econômicas, apontando pontos específicos que estejam em desequilíbrio. Com base nesse princípio, a sustentabilidade de uma atividade agrícola é verificada identificando os fatores que facilitam e/ou dificultam sua implementação, desta forma, decisões podem ser tomadas levando a um quadro futuro de maior sustentabilidade.

Diante dos requerimentos da cocoicultura, faz-se necessário verificar a forma como são utilizados os recursos naturais necessários à sua produção. A sustentabilidade da produção de coco-anão verde depende do bom desempenho dos produtores em um conjunto de indicadores que a representem. Sendo a agricultura uma atividade essencial à vida, o manejo dos recursos necessários a essa atividade refletirá nosso comprometimento com o futuro.

Assim, a importância deste estudo está em descrever e avaliar as duas formas de manejo principais da cocoicultura no PIVAS, na medida em que definiu-se um modelo de indicadores de sustentabilidade adaptado para o cultivo do coqueiro-anão na região de Sousa. A seleção de indicadores permite, inclusive, a possibilidade de avaliação longitudinal dessas unidades de manejo, ou seja, trabalhos futuros poderão ser realizados para verificação do nível de sustentabilidade desses mesmos agroecossistemas, utilizando os indicadores desta pesquisa.

A aplicação de indicadores como meio de mensurar a sustentabilidade se faz necessária, em especial, porque a atividade agrícola vem sendo questionada principalmente quanto à sua manutenção e sustentabilidade, já que dela se espera atender necessidades e demandas humanas por recursos em médio e longo prazos. Os resultados contribuem para a mitigação de problemas que afetem a produtividade local, sendo, portanto, originais no tocante à seleção de indicadores exclusivos que facilitem a tomada de decisões político-econômicas locais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seção aborda alguns conceitos e reflexões sobre os temas: desenvolvimento sustentável; iniciativas e acordos globais sobre o meio ambiente; indicadores de sustentabilidade; agricultura familiar; agricultura sustentável e sistemas de indicadores na agricultura; modelos de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas familiares e cultivo do coqueiro.

2.1 Desenvolvimento sustentável

A passagem do desenvolvimento para o desenvolvimento sustentável implica na mudança de um modelo de desenvolvimento que visa apenas o crescimento econômico para outro que visa a economia preocupada com o meio ambiente e o social; a conservação dos recursos naturais; e um modelo social mais justo, menos excludente. O interesse em rever conceitos, especialmente nas últimas décadas do século XX, mostrou que a noção de progresso associada à ideia de crescimento deveria ser revista em função das sucessivas crises ambientais, econômicas e sociais. Essa transformação da noção de progresso somente ocorreria através de fortes mudanças éticas, que proporcionassem novos padrões de comportamento. Existe, no entanto, uma percepção quase generalizada de que os impactos ambientais, resultantes da relação homem-natureza e a busca de soluções para os problemas que surgiram dessa relação desencadearam a base teórica da sustentabilidade (ALBÉ, 2002). A noção do esgotamento das estratégias baseadas no crescimento econômico, em virtude dos problemas sociais e ambientais, tornou-se mais aparente a partir da Conferência de Estocolmo, quando emergiu o conceito de ecodesenvolvimento (MOURA et al., 2002).

O conceito de desenvolvimento sustentável contido do Relatório Brundtland, fruto da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas, é um dos marcos mais importantes na crítica ao atual modelo de desenvolvimento, sendo assim, é o mais difundido e afirma que o desenvolvimento sustentável deve atender as necessidades das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988). Depois desse primeiro reconhecimento internacional, o passo seguinte na discussão e implementação do conceito de desenvolvimento sustentável foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro em 1992 (Rio 92), onde vários líderes políticos mundiais assinaram a Agenda 21, a qual pretende promover esse tipo de desenvolvimento. A partir desses dois marcos históricos multiplicaram-se as definições de desenvolvimento sustentável, sempre enfocando a relação

entre o meio ambiente e a sociedade. No entanto, a definição de Brundtland continua sendo a que norteia todas as outras formuladas posteriormente (MOURA et al., 2002).

Em 1992, Baroni buscou entender a definição de desenvolvimento sustentável a partir de 11 definições utilizadas na época e construídas por indivíduos ou instituições, incluindo o conceito de Brundtland, “a única unanimidade que o termo desenvolvimento sustentável possui é em relação à sua ambiguidade: o termo corre o risco de se tornar um chavão que todos usam e ninguém se preocupa em definir” (BARONI, 1992, p.23). No entanto, para a autora, há certo consenso nos conceitos quanto à preocupação em reduzir a poluição do meio ambiente, diminuir a pobreza e diminuir o desperdício, embora não haja total clareza dos meios para atingir esses fins.

Apesar da aparente falta de concordância, alguns elementos comuns importantes podem ser encontrados em muitas das definições propostas, como a existência de uma base de recursos finita cujo uso deve satisfazer as gerações presentes sem comprometer a existência das gerações futuras; uma taxa de crescimento com limites determinados pela disponibilidade de recursos, o que contraria a ideia de crescimento ilimitado da teoria econômica tradicional e a ampliação da base de recursos através de avanços tecnológicos e mudanças institucionais (CAMINO; MULLER, 1993). Segundo Veiga (2000), o foco principal da ideia de sustentabilidade ambiental está no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica com a geração atual e de solidariedade diacrônica com as gerações futuras. Isso promove a busca por soluções triplamente eficazes em termos sociais, econômicos e ecológicos, eliminando o crescimento selvagem obtido ao custo de elevadas externalidades negativas, tanto sociais quanto ambientais. A expressão desenvolvimento sustentável surge, portanto, da obrigatoriedade precisa de não se aceitar como fatalidade a ideia de que a relação entre desenvolvimento e conservação seja de caráter antagônico e não apenas contraditório.

Mais do que tentar obter definições universais é importante buscar os elementos centrais comuns à discussão, derivar definições úteis ao problema concreto e utilizá-las de maneira consciente. Masera, Astier e López-Ridaura (2000), autores do MESMIS, resumem o conceito de desenvolvimento sustentável como o processo mediante o qual se cobririam de maneira permanente as necessidades materiais e espirituais de todos os habitantes do planeta sem deteriorá-lo e ainda podendo incluir melhoras nas condições socioambientais que lhes dão sustento. Assim, o desenvolvimento sustentável pode ser considerado como um processo de mudança dirigido, onde são importantes tanto as metas traçadas como o caminho a percorrê-las. As noções de permanência (enquanto cuidado adequado do entorno socioambiental) e de equidade (enquanto a justa distribuição intra e intergeracional de custos

e benefícios) do processo são partes indispensáveis da definição de desenvolvimento sustentável. Mesmo assim, as metas não são estáticas e se redefinem continuamente.

Um dos pontos de consenso é o reconhecimento da insustentabilidade dos padrões de desenvolvimento adotados pelo homem na sociedade contemporânea, bem como a necessidade de conciliar o crescimento econômico com justiça social e coerência ecológica (MOURA, 2004). Para Bellen (2005), o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como desenvolvimento econômico progressivo e balanceado, com aumento da equidade social e da sustentabilidade ambiental, e os tomadores de decisão, que atuam nos diferentes níveis de gestão, precisam de informações desse processo. Portanto, sustentabilidade é um conceito que parte de princípios gerais e tem aplicação universal; é um conceito complexo e multidimensional que implica entender a inter-relação entre aspectos ambientais, econômicos e sociais; é um conceito dinâmico; e é muito importante considerar as questões de equidade inter e intrageracionais, assim como a articulação de escalas temporais, espaciais e institucionais (GALVÁN-MIYOSHI; MASERA; LOPEZ-RIDAURA, 2008).

Segundo Martins e Cândido (2010), o modelo de produção e consumo atual implicam na degradação dos recursos naturais, no aumento da poluição ambiental, na acentuação da desigualdade social e concentração de renda. O desenvolvimento sustentável propõe uma modificação desse modelo para assim atenuar as suas implicações. A construção de um futuro sustentável está relacionada à construção de uma racionalidade ambiental que oriente os atores sociais à desconstruir o modo atual, que é insustentável, de pensar a realidade. Nesse processo se articula um pensamento teórico comum à ação política (LEFF, 2011). O desenvolvimento sustentável é, sobretudo, um processo de mudança social e de elevação das oportunidades da sociedade, compatibilizando, no tempo e no espaço, o crescimento e a eficiência econômica, a conservação do meio ambiente, a qualidade de vida e a equidade social junto a um forte compromisso e solidariedade com as gerações futuras (LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

Baroni (1992, p.24) provoca estes questionamentos: “O que deve ser sustentável? Por quê? Para quem?” que, segundo ela, são as perguntas chave a serem respondidas e determinadas socialmente. Contudo, não existe consenso sobre o conceito de desenvolvimento sustentável e as perguntas acima devem ser respondidas de acordo com o conjunto de valores da sociedade em estudo, ocasionando, assim, um conceito próprio a cada local. Apesar disso, os conceitos mais utilizados são multidimensionais e acolhem os aspectos ambientais, sociais e econômicos, pensando na disponibilidade de recursos, renováveis e não

renováveis, para as gerações futuras. Nessa tese utilizamos o conceito descrito por Masera, Astier e López-Ridaura (2000) em seu trabalho de fundamentação do MESMIS.

Existem muitas dificuldades para conciliar as dimensões ambiental, social e econômica que se inserem no desenvolvimento sustentável e os interesses das sociedades, que ora se mostram contraditórios, pois não parece possível estabelecer a sustentabilidade sem que haja uma mudança na forma como funciona o sistema de mercado e no estilo de vida da maioria da população que é ditado por esse mesmo sistema. Contudo, nos dias de hoje, o desenvolvimento sustentável faz parte de debates do cotidiano e se amplia cada vez o interesse das pessoas por entendê-lo, ao mesmo tempo, ele serve de guia para discussões e decisões políticas locais, nacionais e internacionais, no entanto esse pensamento é fruto de vários debates e iniciativas precedentes, as principais, dentre elas, serão explanadas a seguir.

2.2 Iniciativas e acordos globais sobre o meio ambiente

O crescimento acelerado advindo da revolução industrial aumentou a preocupação com o meio ambiente, instigando a Organização das Nações Unidas (ONU) a criar reuniões com abrangência mundial com o objetivo de discutir acerca da reação do planeta frente a grande demanda a qual estava submetido, uma vez que a busca por matéria prima impactava os recursos naturais, bem como discutir sobre o aumento progressivo da poluição.

A partir de 1972 foram iniciadas as Conferências da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, que passaram a ocorrer a cada dez anos, criando, através da discussão entre os chefes de Estado, objetivos e metas para alcançar o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, foram produzidos documentos com metas a serem cumpridas pelos países participantes.

Em Estocolmo foi realizada a primeira reunião entre os chefes de Estado para tratar do meio ambiente, na chamada Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1972, resultando na Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, uma carta de princípios de comportamento e responsabilidades que deveriam nortear as decisões sobre políticas ambientais. Nessa ocasião, pela primeira vez foi falado em desenvolvimento sustentável. Em 1983, foi criada pela ONU, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, após uma avaliação dos 10 anos de vigência das ações propostas na Conferência de Estocolmo, que elaborou o Relatório Nosso Futuro Comum (Relatório Brundtland), contendo o conceito de desenvolvimento sustentável proposto pela ONU (BRASIL, 2014b).

Vinte anos depois da conferência de Estocolmo, a ONU organizou a conferência do Rio de Janeiro, conhecida como Cúpula da Terra ou Rio-92. O objetivo foi analisar a evolução das políticas de proteção ambiental. No encontro foi firmada a Agenda 21, com compromissos para formação de uma sociedade sustentável (BRASIL, 2014a)

Em setembro de 2000, foi adotada a Declaração do Milênio da ONU, na qual as nações se comprometeram a uma nova parceria global para reduzir a pobreza extrema, em uma série de oito objetivos, conhecidos como Objetivos do Desenvolvimento do Milênio, com metas para serem cumpridas até 2015 (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, [201?]).

Em 2002, a Conferência Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável realizada em Joanesburgo, África do Sul (conhecida como Rio+10), teve o objetivo de avaliar os avanços e identificar os obstáculos que impediram os países de promoverem grandes avanços em relação aos compromissos assumidos na Rio-92 através da Agenda 21. Nessa ocasião foi elaborado o Plano de Implementação, constando os resultados alcançados desde a Rio-92 e a intenção de acelerar o cumprimento dos demais objetivos. Também foi assinada a Declaração Política, reafirmando o compromisso dos países com o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2014).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente de 2012 foi realizada no Rio de Janeiro após 20 anos da Rio 92. O seu final foi intitulado “O Futuro Que Queremos” e apontou a pobreza como o maior desafio a ser combatido (BRASIL, 2014).

No dia 25 de setembro de 2015 foi aprovada a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que dão continuidade aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, contendo 169 metas a serem cumpridas até 2030 (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2017).

As intenções contidas em cada um dos documentos provenientes das conferências ambientais da ONU precisam ser concretizadas pelos países membro, dessa forma é necessária a formulação de ferramentas para avaliação do cumprimento dessas metas. Com o objetivo de mensurar se o desenvolvimento sustentável proposto pode ser alcançado, foram iniciadas as discussões sobre os indicadores de sustentabilidade.

2.3 Indicadores de sustentabilidade

Os indicadores de sustentabilidade são considerados ferramentas de avaliação que podem verificar o caminho do desenvolvimento num determinado tempo e espaço refletindo o objetivo para o qual foram elaborados. A Agenda 21 propõe a formulação de indicadores para

a avaliação da sustentabilidade, o que passou a ser considerado como uma necessidade por diversos organismos internacionais e objeto de investigações em diversos países (MOURA et al., 2002). Em seu capítulo 40, a Agenda 21 ressalta a necessidade de cada país estabelecer indicadores de desenvolvimento compatíveis com sua realidade interna. Posteriormente, vários encontros e conferências, que reuniram representantes de vários países, divulgaram novos parâmetros para atingir a sustentabilidade, utilizando indicadores específicos (ALBÉ, 2002).

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, os indicadores de desenvolvimento sustentável “são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável” (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012, p.11). Os indicadores são meios que fornecem dados através dos quais é possível atingir um objetivo, apresentando forte valor pelo que apontam e sua análise conjunta é preferida à análise individual (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Segundo Bossel (1999), os propósitos fundamentais na avaliação da sustentabilidade estão em: fornecer informações essenciais sobre a viabilidade do sistema e sua taxa de mudança; e indicar a contribuição para o objetivo geral que é o desenvolvimento sustentável. Contudo, Albé (2002) ressalta que em conformidade com os parâmetros enunciados para se alcançar o desenvolvimento sustentável, o estoque de capital natural e manufaturado que passa de uma geração para outra deve se manter o maior possível. Para isso é necessário estabelecer indicadores específicos para cada região e localidade devido às grandes diferenças nos ecossistemas e nos seus níveis de degradação.

Geralmente, indicadores podem ser entendidos como instrumentos que permitem evidenciar mudanças a ocorrerem em um dado sistema em função da ação humana. Nesse sentido, de acordo com ampla pesquisa realizada por Marzall (1999), são características dos indicadores de sustentabilidade, ao menos quanto ao seu entendimento, ser significativos em relação à sustentabilidade do sistema; ser relevantes politicamente; ter validade; abranger elementos essenciais como equidade e disparidades sociais, condições ecológicas e situação econômica. Quanto à sua aplicabilidade, precisam ser sensíveis à mudanças no tempo; ter coerência no tempo e no espaço e entre diferentes elementos da população; ser prático (simplificando as informações); permitir enfoque integrado e modelização; ter mensurabilidade; ser replicáveis e verificáveis. Quanto à sua interpretação, eles devem ser consistentes; ter forma de expressão significativa; ser dirigido ao usuário; ser analiticamente saudável; ser capaz de ser analisado; ter abrangência, suporte e capacidade institucional.

Para que a escolha de indicadores seja coerente com os propósitos da avaliação, é necessário ter clareza sobre: “O que avaliar? Como avaliar? Por quanto tempo? Por que avaliar? De que elementos constam a avaliação? De que maneira serão expostos, integrados e aplicados os resultados da avaliação para o melhoramento do perfil dos sistemas analisados?” (DEPONTI; CÓRDULA; AZAMBUJA, 2002, p.45). A metodologia usada para definir quais indicadores têm importância deve considerar o ambiente, além de avaliar a realidade em questão. Por outro lado, quando um conjunto de indicadores é estabelecido, é essencial que esses privilegiem as interações entre os componentes e suas dimensões, refletindo o sistema na sua forma mais abrangente, sem desconsiderar as partes e privilegiando uma abordagem sistêmica. Um bom indicador deve, portanto, ser específico, mensurável, atingível, relevante e oportuno (ALBÉ, 2002; MOURA et al., 2002). Portanto, um sistema de indicadores de sustentabilidade é um conjunto de parâmetros que permite medir as modificações antrópicas em um determinado sistema e comunicar, de forma simplificada, o estado desse sistema em relação aos critérios e as metas estabelecidas para avaliar a sua sustentabilidade.

Segundo Deponti, Córdula e Azambuja (2002, p.46), "Indicador é um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema". Os indicadores descrevem processos específicos e são particulares a esses processos, e por isso não há um conjunto de indicadores globais adaptáveis a qualquer realidade. Indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Os indicadores surgem pela necessidade de tornar operável o conceito de desenvolvimento sustentável e, segundo Altieri (2004), implica entender e incorporar a pluralidade de preferências, prioridades e percepções nos objetivos do que vai ser sustentado. Eles devem ser ajustados às necessidades de informação que pressupõem as decisões que os indicadores devem apoiar. Cada sistema é único, os critérios e indicadores que lhes são específicos podem ser ou não relevantes para todos os casos (COSTA, 2010a). De acordo com Costa (2010b), os indicadores de sustentabilidade devem refletir a integração e a inter-relação do desenvolvimento social, ambiental e econômico; e as suas utilidades são variadas, estando dentre elas a investigação básica ou a sua utilização como instrumentos para a aplicação de políticas agrárias ou, simplesmente, para gerar pontos de reflexão e servir para tomada de decisão do próprio agricultor.

O conceito de indicador que norteia esse trabalho está contido em Masera, Astier e López-Ridaura (2000), sendo indicadores de sustentabilidade aqueles que descrevem um processo específico ou um processo de controle, sendo particulares do processo em estudo,

robustos, mas, não necessariamente, exaustivos. Robustos no sentido de que sejam sensíveis e que tenham uma base estatística ou de medição eficiente. A lista de indicadores deve incluir somente aqueles com uma influência crítica do problema sob estudo. O método MESMIS é utilizado para agricultura familiar e, de uma maneira geral, os indicadores de sustentabilidade são utilizados na agricultura para verificar o quão sustentáveis são os agroecossistemas avaliados, uma vez descobertas as fragilidades do sistema, pode-se intervir com ações mitigadoras.

2.4 Modelos de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas familiares

Serão abordados três modelos de sistemas de indicadores de sustentabilidade: FELSM, IICA e MESMIS. Os dois primeiros foram de suma importância para o desenvolvimento do MESMIS, método utilizado nessa pesquisa.

2.4.1 *International framework for the evaluation of sustainable land management (FESLM)*

Diante de um cenário onde a sociedade poderia romper os limites ecológicos para o crescimento, o FESLM foi desenvolvido por um grupo de trabalho internacional promovido pela FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION, 1987), Organização das Nações Unidas para a Agricultura, como um procedimento para avaliação do uso da terra, com o argumento de que o gerenciamento da terra é um importante indicador de sustentabilidade. Apesar da ênfase na dimensão ambiental, o FESLM propõe uma estratégia de análise integral dos sistemas de gestão, incluindo os aspectos econômicos e sociais que determinam o seu comportamento (COSTA, 2010b). Sendo assim, a sustentabilidade está relacionada à probabilidade de que o uso de uma determinada porção de terra permanecerá fisicamente, economicamente e socialmente adequado ou apropriado por um determinado período (SMYTH; DUMANSKI, 1995).

O FESLM foi projetado como um caminho para orientar a análise da sustentabilidade do uso da terra, através de uma série de passos. O modelo busca conectar todos os aspectos do uso da terra sob investigação, as condições ambientais, econômicas e sociais que coletivamente determinam se a forma de gestão está sustentável ou irá conduzir à sustentabilidade. O método refere-se à avaliação, não abrangendo planejamento ou desenvolvimento de atividades, embora possa dar contribuições importantes para ambos. Dessa forma, o FESLM fornece uma base sistemática para uma abordagem generalizada da investigação da sustentabilidade, sua apresentação é facilmente acessível para o público leigo,

agricultores e outros usuários da terra para que, entendendo a sua abordagem e os seus princípios, eles possam ter confiança nas suas conclusões (SMYTH; DUMANSKI, 1995).

O método tem como referência uma lista de verificação abrangente de influências ambientais relativas à gestão da terra, relacionadas a:

- Indicadores ambientais que refletem cada influência;
- Ações que podem ser tomadas para minimizar a instabilidade em cada caso;
- Critérios (fatores, relações numéricas, fórmulas, modelos mais complexos) que se relacionam com a mudança ambiental através de atributos observáveis e mensuráveis;
- Limiares mensuráveis que determinam em que nível cada influência é uma ameaça para sustentabilidade.

Os procedimentos avançados do FESLM são destinados à aplicação prática e espera-se fornecer máxima flexibilidade na sua aplicação para atender as circunstâncias locais. No entanto, certos princípios são considerados fundamentais para a abordagem e métodos utilizados. Estes princípios se destinam a reger o desenvolvimento e utilização do método em todas as circunstâncias (SMYTH; DUMANSKI, 1995). Os princípios são:

- A sustentabilidade é avaliada para tipos definidos de uso da terra: uma pequena alteração no objetivo da utilização dos solos, ou nos meios utilizados para alcançar esse objetivo, pode alterar a sustentabilidade do seu uso;
- Avaliação de sustentabilidade refere-se a terrenos específicos: as características da terra não são menos importantes do que as do uso da terra para definir a sua sustentabilidade. A importância dos fatores econômicos e sociais na avaliação da sustentabilidade pode ser crucial na avaliação;
- Avaliação de sustentabilidade é uma atividade multidisciplinar: todos os aspectos do ser humano, ambiente físico, biológico, econômico e social dá luz sobre a sustentabilidade e assim pode exigir uma investigação especializada. Todas as partes da avaliação precisam ser identificadas para alcançar uma solução amplamente aceitável;
- A avaliação é feita considerando o contexto físico, econômico e social das áreas em estudo: ao apresentar uma avaliação é conveniente indicar as restrições locais sobre o uso do solo, mão de obra disponível, infraestrutura de marketing ou de transportes que estão faltando na zona em questão;
- A sustentabilidade refere-se a um período de tempo definido;

- Os processos e práticas de qualquer uso da terra atualmente existentes devem ser plenamente compreendidos;
- A avaliação é baseada em procedimentos e dados cientificamente válidos e em uma escolha de critérios e indicadores de sustentabilidade que refletem a compreensão de causas, bem como de sintomas;
- Introdução de práticas novas ou modificadas pode ser feita inicialmente em uma escala experimental e seu progresso pode ser cuidadosamente monitorado.

O manejo sustentável da terra no contexto do FESLM buscar atingir cinco objetivos: produtividade, segurança, proteção, viabilidade e aceitabilidade. Todos esses objetivos, ou pilares, são igualmente importantes. Os indicadores de sustentabilidade devem estar conectados aos pilares, sendo a forma de mensurá-los (SMYTH; DUMANSKI, 1995). Dentre os trabalhos que utilizaram o FESLM, podemos citar Gameda, Dumanski e Acton (1997), Lefroy, Bechstedt e Rais (2000) e Bin et al (2004).

2.4.2 Marco conceitual do instituto interamericano de cooperação para agricultura (IICA)

O trabalho do IICA para estabelecer indicadores para a sustentabilidade da agricultura e recursos naturais está descrito em Camino e Muller (1993) e apresenta definições de sustentabilidade classificadas por categorias significativas para a definição de um marco conceitual do próprio instituto. Identifica, também, as principais variáveis contidas nessas diferentes definições a fim de que, com base nelas, se estabeleçam os fundamentos para a definição de indicadores de sustentabilidade. Assim, o IICA estabelece critérios úteis para se definir indicadores que permitam avaliar situações passadas, bem como para determinar sistemas de monitoramento de situações futuras.

É importante estabelecer e aplicar critérios para a definição de indicadores de sustentabilidade, a partir disso, é fundamental o desenvolvimento de uma metodologia geral que permita a definição de indicadores para qualquer sistema que se analise. O IICA propõe um esquema metodológico prático para a obtenção de indicadores de sustentabilidade de diferentes sistemas agrícolas e de recursos naturais e enfatiza a necessidade de definir um conjunto de indicadores para um sistema sob análise, através das características próprias e distintas de cada sistema, não existindo, portanto, um indicador ou conjunto de indicadores único aplicável de forma universal (CAMINO; MULLER, 1993).

Os autores propõem uma definição de sustentabilidade que integra elementos ambientais, econômicos e sociais. A partir disso, foi elaborado um esquema para definir os

indicadores de sustentabilidade. O primeiro passo para a definição de indicadores foi identificar as categorias de análise, definida como um aspecto significativo de um sistema, do ponto de vista da sustentabilidade. As categorias identificadas para qualquer sistema foram as seguintes: base de recursos do sistema, a operação do sistema, recursos exógenos de entrada ou saída do sistema e a operação de outros sistemas exógenos de entrada e saída (CAMINO; MULLER, 1993).

Em cada categoria de análise se definiram elementos. Os elementos dentro da base de recursos do sistema e de outros recursos exógenos são os seguintes: água, solo, flora, fauna, ar, recursos culturais e áreas únicas. Os elementos de operação do sistema e de outros sistemas exógenos são: manejo técnico, manejo socioeconômico, rendimento técnico, rendimento socioeconômico (CAMINO; MULLER, 1993). Para os elementos importantes do sistema se definem descritores e indicadores, também se definem as condições que os indicadores devem cumprir.

2.4.3 Marco para evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS)

O MESMIS foi elaborado em 1995 por um grupo de pesquisadores do México, a fim de traduzir princípios gerais de sustentabilidade em definições operacionais, indicadores e em práticas para a gestão de recursos naturais na agricultura de base familiar (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000). Um estudo publicado em 2012 por Astier e colaboradores revelou que, no período de 1995 a 2010, o MESMIS foi utilizado em 60 estudos de caso e em 20 programas de graduação e pós-graduação, mostrando que é possível avaliar a sustentabilidade de pequenos agricultores através de uma abordagem participativa e interdisciplinar (ASTIER et al., 2012). No Brasil, vários trabalhos estão utilizando essa metodologia, a exemplo de Camelo e Cândido (2012) e Silva e Cândido (2014), ambos em região semiárida. A estrutura do MESMIS foi desenvolvida para ser compatível com o FESLM, conhecido como um dos maiores esforços em escala internacional dirigido para a avaliação da sustentabilidade. O marco desenvolvido pelo IICA também foi de grande importância para a elaboração do MESMIS, esse propõe uma metodologia sistêmica para a derivação de indicadores a partir de uma extensa revisão bibliográfica sobre o conceito de sustentabilidade e suas diferentes variantes.

Para a concepção do MESMIS levou-se em conta que a sustentabilidade é um conceito dinâmico e parte de um sistema de valores, portanto pode ser amplamente definida como a manutenção de uma série de objetivos (ou propriedades) desenhados ao longo do tempo.

Assim, é de fundamental importância responder as seguintes questões num estudo de sustentabilidade: “O que se pretende sustentar?”, “Durante quanto tempo?” e “Em que escala espacial?”. Fazer operativo o conceito de sustentabilidade é incorporar a pluralidade de referências, prioridades e percepções nos objetivos que se pretende sustentar. De acordo com o método, sistemas de manejo ou agroecossistemas são ecossistemas naturais transformados pelo homem mediante processos com a finalidade de obter produtos animais, agrícolas e florestais. Embora seja difícil delinear limites exatos, os agroecossistemas se definirão através de barreiras abstratas para delimitar o objeto de estudo, seus componentes e as interações entre componentes, suas entradas e suas saídas. Os agroecossistemas são abertos e recebem insumos do exterior e ofertam produtos que irão para outros sistemas externos (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000). Feiden (2005) também entende o agroecossistema como um ecossistema modificado para fins de produção agrícola.

O método de avaliação MESMIS se dirige a projetos agrícolas, florestais e pecuários desenvolvidos coletiva ou individualmente e que se orientam ao desenvolvimento ou investigação. O MESMIS propõe uma estrutura cíclica de avaliação, adaptada a diferentes níveis de informação e capacidades técnicas. Tem uma orientação prática e se baseia em um enfoque participativo, mediante o qual se promove a discussão e a retroalimentação dos avaliadores e dos avaliados. Dessa forma, tenta promover uma visão interdisciplinar que permite entender de maneira integral os limites e possibilidades para a sustentabilidade dos sistemas de manejo que surgem da intercessão de processos ambientais com o âmbito social e econômico. A sustentabilidade não pode ser avaliada *per se* senão de maneira comparativa ou relativa. Para isso existem 2 vias fundamentais: a comparação longitudinal – que visa comparar a evolução do mesmo sistema ao longo do tempo; e a comparação transversal – que visa comparar simultaneamente dois ou mais sistemas de manejo, essa comparação é feita entre sistemas considerados alternativos e inovadores com outros sistemas considerados de referência (ou mais comumente encontrados na área de estudo) (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

A avaliação da sustentabilidade só é válida para sistemas de manejo específicos em um determinado lugar geográfico e sob um determinado contexto social e político; uma escala espacial (parcela, unidade de produção, comunidade) previamente determinada; bem como uma escala temporal previamente também determinada (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000). A clareza quanto ao contexto é fundamental, pois ele orienta a definição quanto ao tipo de indicador recomendado para o monitoramento do objeto proposto. No MESMIS, avaliação da sustentabilidade é uma atividade participativa que requer uma

perspectiva e uma equipe de trabalho interdisciplinares. Sua estrutura operativa apresenta a premissa de que o conceito de sustentabilidade se define a partir de atributos gerais:

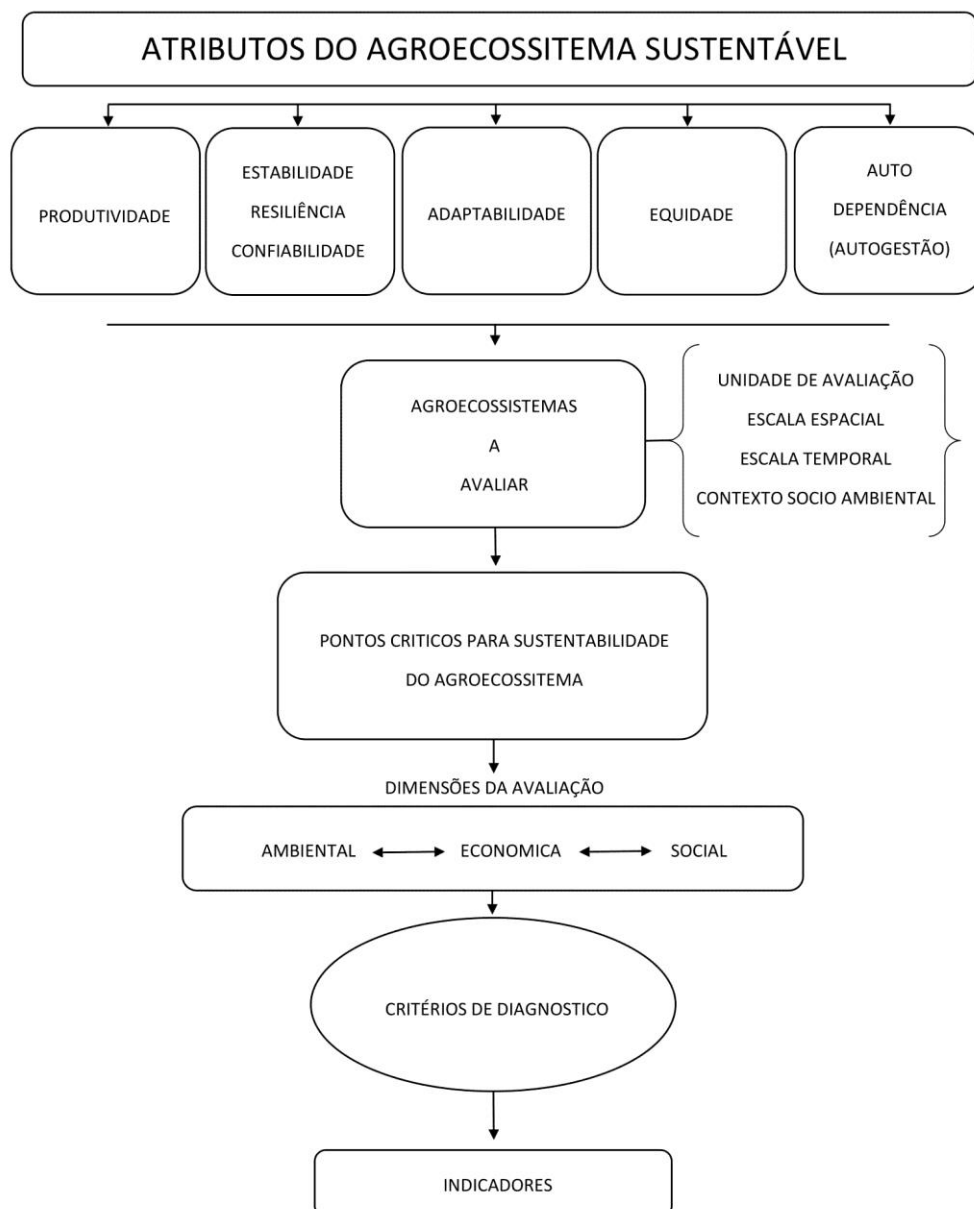
- Produtividade – capacidade do ecossistema para ofertar o nível requerido de bens e serviços;
- Estabilidade – propriedade do sistema em ter um estado de equilíbrio dinâmico estável, mantendo benefícios proporcionados pelo sistema em um nível não decrescente ao longo do tempo, em condições médias ou normais;
- Resiliência – é a capacidade do sistema em retornar ao estado de equilíbrio ou manter o potencial produtivo depois de sofrer perturbações graves;
- Confiabilidade – se refere à capacidade do sistema em manter sua produtividade ou benefícios desejados em níveis próximos ao equilíbrio, ante perturbações normais do ambiente;
- Adaptabilidade (ou flexibilidade) – é a capacidade do sistema de encontrar novos níveis de equilíbrio, de continuar sendo produtivo ou, de modo mais geral, ofertando benefícios, ante mudanças de longo prazo no ambiente (p.ex. novas condições econômicas ou biofísicas), na adaptabilidade inclui-se também a capacidade de busca ativa de novos níveis ou estratégias de produção;
- Equidade – capacidade do sistema para distribuir de maneira justa, tanto intra como intergeracionalmente, os benefícios e custos relacionados com o manejo dos recursos naturais;
- Auto dependência (ou autogestão) – capacidade do sistema em regular e controlar suas interações com o exterior.

Procura-se evitar que a análise da sustentabilidade proporcione apenas e simplesmente uma qualificação dos sistemas de manejo em escalas. Assim, o método apresenta uma estrutura flexível e adaptável a diferentes níveis de informação e capacitação técnica, de acordo com Astier, Maser e Galván-Miyoshi (2008). Para Acosta-Alba e Van der Werf (2011) essas são as principais vantagens do método a considerar.

A definição do objeto de avaliação pressupõe a identificação dos sistemas de manejo que se pretende analisar, incluindo o contexto socioambiental onde estão imersos e as escalas espaciais e temporais da avaliação. Os pontos críticos do sistema são os aspectos ou processos que limitam ou fortalecem a capacidade dos sistemas para se sustentar com o tempo. São os aspectos que são críticos (porque facilitam ou obstaculizam) a produtividade, a estabilidade, a resiliência, a confiabilidade, a equidade, a adaptabilidade e a autogestão do sistema. Os

critérios de diagnóstico descrevem os atributos gerais da sustentabilidade. Representam um nível de análise mais detalhado que esses, mas mais gerais que os indicadores. Constituem os vínculos necessários entre atributos, pontos críticos e indicadores, com a finalidade de que os últimos permitam avaliar de maneira efetiva e coerente a sustentabilidade do sistema (Figura 1). O indicador descreve um processo específico ou um processo de controle, portanto são particulares do processo em estudo. Os indicadores concretos dependerão das características do problema em estudo (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Figura 1 – Esquema geral do método MESMIS.



Fonte: Verona (2008).

Para ser consistente com uma avaliação de sustentabilidade, o MESMIS integra os seguintes elementos gerais (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000):

- Delimitação dos atributos básicos de um sistema de manejo de recursos sustentáveis;
- Delimitação do objeto de estudo e dos seus pontos críticos;
- Derivação de critérios de diagnóstico e de indicadores concretos relacionados com os atributos de sustentabilidade;
- Medição e monitoramento dos indicadores;
- Análise e integração dos resultados da avaliação;
- Propostas e recomendações para a retroalimentação do sistema de manejo e do processo de avaliação.

A seleção de indicadores começa pelos atributos gerais de sustentabilidade, seguida da definição dos pontos críticos e dos critérios de diagnóstico. A sua medição e monitoramento requer revisão bibliográfica incluindo informação que permita estabelecer tendências no comportamento dos indicadores, medições diretas, entrevistas formais e informais e técnicas de grupo. O indicador descreve um processo específico ou um processo de controle, portanto são particulares do processo em estudo. Os indicadores concretos dependerão das características do problema em estudo. A lista de indicadores deve incluir somente aqueles com uma influência crítica sobre o problema em estudo, os indicadores devem ser integradores (dar informações condensadas sobre vários atributos importantes do sistema); fáceis de medir, susceptíveis de monitorar e baseados em informação facilmente disponível; serem adequados ao nível de agregação da análise do sistema estudado; serem preferencialmente aplicáveis a um amplo número de ecossistemas e condições socioeconômicas e culturais; ter um alto grau de robustez e refletir realmente o atributo de sustentabilidade que se quer avaliar; estar baseados em informação de base (direta ou indireta) confiável; serem fáceis de entender; permitir medir mudanças nas características do sistema no período considerado para avaliação; centrar-se em aspectos práticos e ser claros, com o fim de facilitar a participação da população local no processo de medição (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Para poder integrar e sintetizar adequadamente a informação obtida com o monitoramento de indicadores o método propõe ser conveniente combinar os resultados obtidos por indicador e sistema em uma só matriz, utilizando as unidades originais de cada indicador; determinar limiares ou valores de referência para cada indicador (normalização);

construir índices por indicador a partir dos valores de referência ou limiares. Estes índices podem partir de informação de base qualitativa (por exemplo, alto, médio e baixo) e quantitativa; e apresentar os resultados de maneira combinada, seja em forma de gráfico ou tabelas.

Em termos gerais, para a criação de índices de sustentabilidade, o procedimento consiste em construir índices para cada indicador (ou grupo de indicadores, caso haja selecionado mais de um indicador por critério de diagnóstico). Posteriormente, esses índices se agregam de tal forma que cada sistema de manejo possa caracterizar-se por um valor numérico único. Os índices podem se agregar através de médias aritméticas ou ponderadas. Como resultado do processo, cada sistema de manejo tem um índice numérico de sustentabilidade que permite compará-lo com os outros sistemas analisados.

Para que a integração de resultados seja realmente útil, essa deve ser feita de forma que ajude a tomada de decisão sobre as mudanças requeridas para melhorar os sistemas de manejo propostos. Conseguir esse objetivo implica em buscar um procedimento de apresentação de resultados transparente, no qual estejam totalmente explícitos os lados bom e ruim dos sistemas de manejo analisados para cada um dos indicadores escolhidos para a avaliação da sustentabilidade. Um procedimento mais simples utilizado por vários autores dentro da literatura de sustentabilidade é a obtenção de um índice agregado por sistema de manejo, também denominado índice de sustentabilidade. O diagrama em ameiba é uma apresentação gráfica dos indicadores que permite ótima visualização do seu monitoramento (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

As conclusões e recomendações sobre os sistemas de manejo devem emitir um juízo de valor para decidir como se comparam entre si os diferentes sistemas quanto a sua sustentabilidade. É também o momento de refletir sobre o processo de avaliação e sugerir estratégias e recomendações que permitirão dar início a um novo ciclo de avaliação dos sistemas de manejo em um estado qualitativamente diferente. Nesse trabalho, o MESMIS foi utilizado para analisar sistemas de manejo da agricultura familiar, dessa forma uma abordagem mais detalhada acerca desse tema é mostrada a seguir.

2.5 Agricultura familiar

A agricultura familiar é vista como um tema de interesse social e durante muito tempo não foi considerada relevante pelo ângulo econômico. Ela era confundida com expressões tais como: “produção de baixa renda”, “pequena produção”, “agricultura de subsistência”, adjetivos que foram assimilados pela sociedade de maneira preconceituosa (ABRAMOVAY,

1997). A reversão desses predicados negativos foi um dos motivos que fez com que houvesse o reconhecimento da agricultura familiar no Brasil, aliado ao aumento da sua importância política e ao seu reconhecimento institucional. Hoje em dia ela está associada a adjetivos positivos, tais como “moderna”, “sustentável”, “eficiente”, “produtora de alimentos” e “solidária” (PICOLOTTO, 2014).

Existem várias vertentes a conceituar a agricultura familiar na literatura acadêmica. Segundo Altafin (2017, p.1), existem duas que podem ser destacadas:

Uma que considera que a moderna agricultura familiar é uma nova categoria, gerada no bojo das transformações experimentadas pelas sociedades capitalistas desenvolvidas e outra que defende ser a agricultura familiar brasileira um conceito em evolução, com significativas raízes históricas.

A primeira é mais profundamente detalhada por Ricardo Abramovay (1997); e outra tem por principais defensores Huges Lamarche e Maria Nazareth Wanderley (2003; 2014). Para Abramovay (1997) não há relação histórica estabelecida entre o conceito de agricultura familiar e agricultura camponesa. A agricultura familiar não dependeria da família em si, mas da sua capacidade em se adaptar adequadamente ao meio socioeconômico em que se desenvolve, sendo integrada ao mercado e incorporadora de avanços tecnológicos, capaz de responder às políticas governamentais. Para Wanderley (2003; 2014), o conceito de agricultura familiar é formado através de rupturas e continuidades. O agricultor familiar mantém uma tradição camponesa e ao mesmo tempo é capaz de se adaptar às exigências da sociedade e do Estado. Esses atores não correspondem a algo novo, apesar das adaptações à produção agrícola e vida social.

Para fins de políticas governamentais, o conceito de agricultura familiar utilizado está contido na Lei da Agricultura, Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006, em seu Art.3º, onde é considerado agricultor familiar aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: não detenha, a qualquer título, área maior do que quatro módulos fiscais; utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento; tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento, na forma definida pelo Poder Executivo; e dirija seu estabelecimento com sua família (BRASIL, 2006).

A agricultura familiar não se caracteriza exclusivamente pela produção agrícola, mas agrega em si possibilidades de ocupação da população rural em outros nichos. Silva (1997, 2001) acrescenta que a prática de atividades no meio rural não pode ser caracterizada somente pelo trabalho no campo, havendo um conjunto de atividades não agrícolas que se inserem na dinâmica laboral dos agricultores familiares. Essa ideia é corroborada por Veiga (2001),

quando ele diz que a presença da agricultura familiar viabiliza uma maior dinâmica na economia local, a partir da ampliação de possibilidades de trabalhos. Assim, a importância da agricultura familiar também se relaciona ao seu aspecto multifacetado, pois além da produção de alimentos e matéria prima, ela fornece diversos tipos de empregos à grande parte da população rural.

As práticas da agricultura familiar tendem a ser ecologicamente mais equilibradas através de procedimentos adotados pelos agricultores quando comparadas às práticas da agricultura convencional. A rotação de culturas, a preservação do patrimônio genético e a menor utilização de insumos industriais são exemplos de procedimentos considerados menos prejudiciais ao meio ambiente. Sendo conduzida dessa forma, o seu desenvolvimento otimiza a utilização dos recursos naturais do agroecossistema, lhe dando maior possibilidade de produção e colaborando com a implementação do conceito de sustentabilidade. Também são agregados valores que podem ajudar na viabilização da sobrevivência do homem do campo, consequentemente reduzindo êxodo rural e auxiliando no combate à pobreza e à miséria (VEIGA, 2001).

De acordo com Silva, Simioni e Talamini (2009, p.36):

A discussão sobre a importância e o papel da agricultura familiar no desenvolvimento brasileiro vem ganhando força nos últimos anos, impulsionada pelo debate sobre desenvolvimento sustentável, geração de emprego e renda, segurança alimentar e desenvolvimento local.

Dessa forma, no Brasil, a agricultura familiar aproxima-se mais intimamente do objetivo da agricultura sustentável, buscando parcimônia na exploração dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que pretende obter bons lucros e melhores condições de vida no meio rural.

2.6 Agricultura sustentável e sistema de indicadores na agricultura

Assim como acontece com o conceito de desenvolvimento sustentável, não há consenso sobre o conceito de agricultura sustentável. Conforme Muller e Tisdell (2000), isto decorre das muitas opiniões sobre como ela deve ser e sobre as condições necessárias para alcançá-la. De acordo com Camino e Muller (1993), dentre os elementos principais das definições de agricultura sustentável encontram-se o tipo de manejo do agroecossistema e dos recursos naturais que é utilizado, passando pela satisfação da demanda atual e futura por alimentos que, preferencialmente, apresentem preços menores, sendo resultado, portanto, de uma agricultura mais eficiente; não esquecendo a manutenção e melhoria da base de recursos naturais, através do combate à degradação ambiental, bem como a equidade e respeito pelos

valores da comunidade. Com o mesmo objetivo, Christen (1996) elenca cinco objetivos a serem alcançados pela agricultura sustentável. O primeiro deles está em assegurar equidade intergeracional, seguido pela conservação da base de recursos da agricultura, incluindo a proteção da biodiversidade. O quarto objetivo refere-se à viabilidade econômica dessa prática agrícola seguido pela produção de alimentos com qualidade. Marzall (1999) aponta de forma precisa que a agricultura sustentável é um objetivo a ser alcançado e, para isso, ela visa atingir a conservação dos recursos naturais e considerar a biodiversidade de cada sistema. A sustentabilidade também estaria relacionada a evitar o uso de insumos nocivos sem comprometer o atendimento da demanda por alimentos. Também estaria preocupada em especificar cada realidade, incentivando a busca de soluções locais pensando o meio ambiente, o social e o econômico.

De acordo com Altieri (2004), a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção rural familiares deve apresentar indicadores que atendam, no mínimo, a quatro critérios, independentemente do método utilizado para avaliar essa sustentabilidade: manutenção da capacidade produtiva do agroecossistema; conservação dos recursos naturais e da biodiversidade; fortalecimento da organização social e, como consequência, diminuição da pobreza; fortalecimento das comunidades locais, preservando suas tradições, seu conhecimento e garantindo sua participação no processo de desenvolvimento. Masera, Astier e López-Ridaura (2000), autores do método MESMIS, afirmam que o conceito de sustentabilidade na agricultura se define a partir de atributos gerais: produtividade; estabilidade, confiabilidade e resiliência; adaptabilidade (flexibilidade); equidade; e autodependência (autogestão). Esses atributos permitem entender a capacidade dos socioecossistemas de serem produtivos e autorregular-se, e são propriedades fundamentais para a sustentabilidade local (GALVÁN-MIYOSHI; MASERA; LÓPEZ-RIDAURA, 2008).

O termo “agricultura sustentável” surge, segundo Veiga (2005), diante de um desejo de conservação dos recursos naturais e de alimentos mais seguros sem comprometer a segurança alimentar. Neste contexto, a insustentabilidade na agricultura deve ser repensada a partir do seu modo de produção, com o uso de insumos químicos, mecanização pesada, contaminação do solo e água, forte desperdício, destruição da biodiversidade, perda de variabilidade genética, perda de *habitat*. Casalinho (2010, p.13) relata quais características são inerentes a um agroecossistema sustentável:

Conseguem atingir alto nível de produtividade mediante uso eficiente e sinérgico dos recursos naturais, sociais e econômicos; proporcionam uma produção confiável, estável e resiliente frente a perturbações no decorrer do tempo; oferecem adaptabilidade para moldar-se a novas condições do

entorno biofísico e econômico, por meio de inovações e aprendizados; distribuem equitativamente os custos e benefícios do sistema a diferentes grupos e gerações; possuem nível aceitável de auto dependência para poder responder e controlar mudanças externas, mantendo sua identidade e valores.

Sendo assim, a sustentabilidade é uma propriedade emergente, pois surge a partir das relações que se estabelecem entre atributos inerentes aos sistemas de produção agrícola. O desenvolvimento de uma agricultura sustentável é um processo complexo e dinâmico e se manifesta mediante a ocorrência coletiva de um conjunto de características que contemplam as dimensões social, ambiental, cultural e econômica da agricultura (CASALINHO, 2010). Buscar a sustentabilidade na agricultura é fundamental para o desenvolvimento sustentável da sociedade como um todo. A forma como a agricultura é conduzida afeta em menor ou maior grau o meio ambiente em que ela está inserida através de impactos causados diretamente ao meio ambiente, com a possibilidade de comprometer a qualidade e a segurança dos alimentos produzidos, essa atividade pode gerar fortes impactos sociais (MAIOR et al., 2012).

Analizando as formas de pensar a agricultura sustentável que foram apresentadas nessa seção, verifica-se que elas se associam à Agenda 21, no seu capítulo 14, fruto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992. Esse capítulo tem como tema a promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável, verificando a necessidade de efetuar importantes ajustes nas políticas para agricultura, meio ambiente e macroeconomia com a finalidade de aumentar a produção de alimento de forma sustentável e incrementar a segurança alimentar (BRASIL, 2014). Seguindo esse pensamento, para atingir a agricultura sustentável deverão ser observados limites sociais, econômicos e ambientais da produção agrícola, com a preocupação diacrônica com as gerações que estão por vir e, a partir dos indicadores de sustentabilidade, realizar as modificações necessárias para que os processos da agricultura a levem a um quadro de sustentabilidade aceitável.

Masera, Astier e López-Ridaura (2000) enfatizam que o velho paradigma de maximizar rendimentos e retornos econômicos deve dar lugar ao objetivo de balancear e otimizar a produtividade com a equidade social, a viabilidade econômica e a conservação dos recursos naturais. Qualquer intenção dirigida à avaliação da sustentabilidade dos sistemas de manejo de recursos naturais deve combinar medidas de estabilidade produtiva com medidas de aceitação sociocultural, proteção do ambiente e melhora econômica. A aceitação da noção de complexidade dos agroecossistemas e a consequente dificuldade de dar conta de toda essa complexidade nos estudos científicos, favorecem a existência de vários métodos passíveis de avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (ASTIER; MASERA; GALVÁN-MIYOSHI, 2008). Nesse trabalho foi utilizado o modelo MESMIS, adequado para

verificação da sustentabilidade das unidades de manejo de produção familiar de coqueiro, o qual terá suas principais características abordadas a seguir.

2.7 Cultivo do coqueiro

2.7.1 Implantação do coqueiro no Brasil

O coqueiro (*Cocos nucifera*) é uma das frutíferas mais difundidas naturalmente no globo terrestre, ocorrendo em praticamente todos os continentes, desta forma seu cultivo e sua utilização se dão de forma expressiva em todo o mundo, com os mais variados produtos, tanto de forma *in natura* quanto industrializada. É uma cultura tropical, largamente distribuída na Ásia, África, América Latina e região do Pacífico, concentrando-se entre os paralelos 23°N e 23°S e cultivada em, aproximadamente, 11,6 milhões de hectares em 86 países. Cerca de 96% da produção mundial é proveniente de pequenos agricultores, com áreas de 0,2 a 4 hectares, sendo 70% dessa produção consumida internamente nesses países, constituindo-se em boa fonte de gorduras e proteínas. No Brasil, cerca de 70% da produção nacional também é proveniente de pequenas propriedades, com áreas até 10 hectares (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2011).

O consenso geral dos estudiosos da cultura tem sido que o coqueiro é originado do sudoeste do Pacífico, embora alguns argumentem em favor da origem Asiática, como as correntes marítimas, rota de navegantes e número de nomes comuns encontrados na Ásia. O coqueiro não existia no Brasil quando da sua descoberta e a sua introdução e adaptação aos solos arenosos da costa brasileira permitiu o surgimento de uma classe produtora, ocupando um ecossistema com poucas possibilidades de outras explorações comerciais, cuja cadeia produtiva é muito diversificada e de grande significado social. Várias centenas de mudas do coqueiro-anão verde (variedade nana, cultivar verde) de origem desconhecida, mas de proveniência da Índia foram importados dos estados malaios e distribuídas pelos Estados do Norte do Brasil em 1925. Sucessivas importações ocorreram por mais 6 vezes até os dias atuais (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002).

A exploração comercial encontra melhores condições de cultivo em localidades com solos arenosos, intensa radiação solar, umidade e boa precipitação. A evolução tecnológica e o avanço de técnicas de cultivo adequadas aos novos preceitos da sociedade vêm possibilitando, principalmente em agroecossistemas frágeis, a inserção de pequenos produtores a melhores condições de vida em diversas regiões do mundo. Estima-se que a produção brasileira é comercializada da seguinte forma: 35% destinam-se às agroindústrias, que produzem principalmente coco ralado e leite de coco; 35% destinam-se aos mercados Sudeste/Sul; e 30% permanecem no mercado nordestino. De maneira geral, pequenos

produtores constituem a maior fatia da produção de coco-anão verde (85%), comercializando suas produções por meio de atravessadores (intermediários e terceirizados da indústria), enquanto que, os grandes produtores de coco-anão verde são as próprias agroindústrias, ou então, são produtores que comercializam o coco-anão verde diretamente com as indústrias processadoras (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2011).

Diferente de muitas outras culturas temporárias, a comercialização do coco-anão verde no Brasil pode ser realizada durante o ano todo, com a capacidade de propiciar ao produtor, um fluxo contínuo de receita ao longo da vida produtiva do coqueiro. O coqueiro-anão constitui-se na variedade de coqueiro mais utilizada comercialmente no Brasil, para produção de água de coco, com qualidade sensorial superior às demais cultivares, apesar de poder ser empregada também na agroindústria de alimentos e/ou do fruto seco *in natura*, com produtividade estimada de polpa nos plantios tecnificados, acima de 8 toneladas/hectare (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002; FONTES; FERREIRA, 2004). O mercado do coco verde no Brasil tem crescido nos últimos anos, não só pelo aumento de áreas de plantios impulsionados, mas principalmente pela inclusão de hábitos saudáveis no comportamento da população brasileira. A evolução do mercado se verifica também pela maior preocupação do setor industrial em disponibilizar o produto nas prateleiras dos supermercados em diferentes embalagens (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2011).

O Brasil é líder da produção na América do Sul e essa liderança foi obtida pelo incremento tecnológico em quesitos como adubação, sistemas intensivos de cultivos, variedades melhoradas, com consequente aumento da produtividade e, principalmente, pelo avanço da fronteira agrícola com cultivo de coqueiros do tipo anão e híbridos. O crescimento da cultura do coqueiro no Brasil apresenta-se forte, em 1990 o país ocupava a 10ª posição no ranking mundial, com uma produção ao redor de 477 mil toneladas de coco-anão verde, enquanto em 2010, passou a ser o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 287 mil ha de coqueiros. (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2011). No entanto, apesar desse crescimento à nível mundial, quando a produção de coco-anão verde no Brasil no decênio 2007-2016 é analisada, verifica-se que há uma estabilidade na produção com valor aproximado de 1.900.000 toneladas desse fruto por ano, com destaque positivo para o ano de 2008, quando a produção atingiu aproximadamente 2.150.000 toneladas, e destaque negativo para o ano de 2016, quando a produção chegou a 1.755.000 toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

2.7.2 Características das plantas e requerimentos para o cultivo

O coco verde, variedade anã, apresenta desenvolvimento vegetativo lento, é precoce, iniciando a produção em média com dois a três anos após o plantio. Pode atingir 10 a 12 m de altura e tem vida útil produtiva em torno de 30 a 40 anos. Apresenta estipe delgado, folhas numerosas, porém curtas, produz um grande número de pequenos frutos (150 a 200 frutos/planta/ano), é mais sensível ao ataque de pragas, como ácaro, e doenças foliares. Em geral apresenta maiores exigências de clima e solo do que a variedade gigante (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002; FONTES; FERREIRA, 2004).

O coqueiro-anão predominantemente é fecundado por autopolinização, pois a formação das flores masculinas e femininas é concomitante. A inflorescência surge entre 2 a 3 anos após o plantio. Os frutos geralmente são pequenos, cerca de 9.000 a 12.000 frutos são requeridos para produzir uma tonelada. As plantas se desenvolvem bem em solos profundos, férteis, sendo susceptíveis à pragas e doenças, e sofrem muito com a seca. Essa variedade tem sido usada em programas de melhoramento genético e também na produção de coco verde para fornecimento de água (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002).

Os frutos do coqueiro-anão destinados ao consumo *in natura* de água de coco devem ser colhidos, principalmente, entre o sexto e o sétimo mês, após a abertura natural da inflorescência, independentemente da cultivar considerada. É nessa idade onde ocorrem os maiores valores para pesos de fruto, volume de água de coco, teores de frutose, glicose. Para uso agroindustrial, recomenda-se efetuar uma mistura da água dos frutos colhidos nas idades de 5 a 8 meses. Já os frutos secos para produção agroindustrial de alimentos ou para uso culinário, devem ser colhidos entre 11 a 12 meses de idade (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Em geral, o coqueiro apresenta melhores condições de adaptação a solos leves e bem drenados, mas que permitam bom suprimento de água para as plantas. A adaptação do coqueiro aos Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartazosas) do Litoral Nordeste está quase sempre associada à presença de lençol freático pouco profundo, compensando assim, sua baixa capacidade de retenção de água. A cultura do coqueiro necessita de cuidados especiais quanto ao fornecimento regular de água e nutrientes a fim de que seja possível sua exploração econômica, sendo esses riscos elevados para a perda da produção. Para o cultivo do coqueiro em regiões não litorâneas deve-se utilizar técnicas de irrigação, e/ou outras técnicas, que garantam a manutenção de umidade e de nutrientes no solo por toda vida útil das plantas (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2011).

A quantidade de água requerida pelo coqueiro depende de vários fatores, tais como: edáficos (tipo de solo, textura, teor de umidade, fertilidade); climáticos (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento); biológicos (cultivar, idade, altura, área foliar e estado nutricional da planta); e manejo cultural (uso de quebra ventos e cobertura morta, controle fitossanitário e de plantas invasoras, fertilização, método e/ou sistema de irrigação utilizado, frequência e tempo de aplicação de água. Um suprimento de água adequado, portanto, constitui a principal exigência para o cultivo do coqueiro uma vez que essa cultura apresenta crescimento e produção contínuos, com frutos nos diversos estágios de desenvolvimento numa mesma planta. O coqueiro se desenvolve melhor quando o solo apresenta disponibilidade de água em torno da capacidade de campo, ou seja, sem exigir grandes esforços energéticos da planta para a absorção de água e nutrientes. O ideal seria o pomar receber, no mínimo, 130 mm de água por mês. Para tanto, faz-se necessário fornecer água ou complementar as necessidades hídricas da planta por meio da irrigação (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002; FONTES; FERREIRA, 2004).

Durante a fase de inicial de implantação dos coqueirais sob irrigação, a faixa de plantio pode ser utilizada para cultivo de outras plantas, em geral frutíferas. Nessa fase, a cultura consorciada com o coqueiro, aproveita a água de irrigação disponível na região de abrangência dos microaspersores. A bananeira é uma das frutíferas que podem ser consorciadas com o coqueiro, gerando aproveitamento da área do pomar e consequente geração de renda.

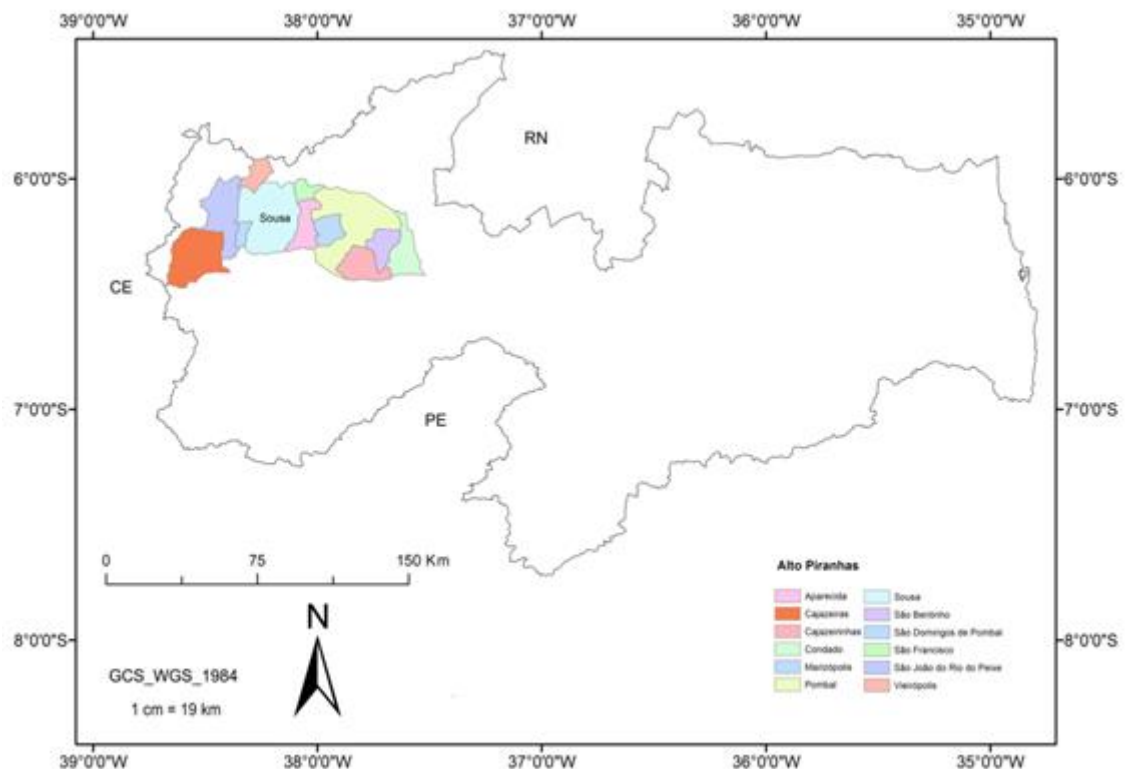
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção aborda a caracterização da área de estudo, caracterização do estudo e avaliação da sustentabilidade através do método MESMIS.

3.1 Caracterização da área de estudo

Sousa é um município do interior do Estado da Paraíba localizado entre as coordenadas geográficas definidas a 06°45'39"S e 38°13'51"O. Pertence à Região do Alto Piranhas, que inclui também os municípios de Aparecida, Cajazeiras, Cajazeirinhas, Condado, Marizópolis, Pombal, São Bentinho, São Domingos de Pombal, São Francisco, São João do Rio do Peixe e Vieirópolis (Figura 2).

Figura 2 - Mapa do Estado da Paraíba com destaque para a localização do município de Sousa na região do Alto Piranhas.



Elaboração: VIEIRA (2016).

O município de Sousa tem uma área de 738,55 km² e população de 65.803 habitantes, sendo 51.881 residentes da zona urbana e 13.992 da zona rural (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013). A sede municipal está situada em uma paisagem semiárida, cuja vegetação predominante é composta por caatinga hiperxerófila. O clima é tropical semiárido (tipo Aw', de acordo com a classificação de Koppen), com

precipitação média anual de 431,8 mm (BRASIL, 2005). De acordo com medições feitas por Corrêa et al. (2003), a evapotranspiração da região é de cerca de 2.937 mm, caracterizando elevado déficit hídrico. A geologia local está constituída principalmente por rochas cristalinas e sedimentares, essas últimas nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, entre a região do Alto Piranhas e a sub-bacia do Rio do Peixe. A sub-bacia do Rio do Peixe, pela origem sedimentar, apresenta, em princípio, melhores condições de aproveitamento de água subterrânea na região do que o sistema cristalino circundante (BRASIL, 2005).

A Região do Alto Piranhas é um polo forte na produção intensiva de hortaliças, frutas e olerícolas irrigadas, predominando a cultura do coco-anão verde, cuja variedade anã é considerada de excelente qualidade (PEREIRA NETO; MARQUES, 2014). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014), são encontrados oito tipos de cultivos em Sousa, sendo cinco lavouras permanentes (banana, coco-anão verde, goiaba, manga e maracujá) e três temporárias (arroz, cana-de-açúcar e milho). Desse total, o coco-anão verde ocupa 73,09% da área dedicada às lavouras permanentes, rendendo cerca de 22.000 frutos/hectare ao ano, além disso, o Polo do Alto Piranhas é também um importante centro produtor de mudas (PEREIRA NETO; MARQUES, 2014).

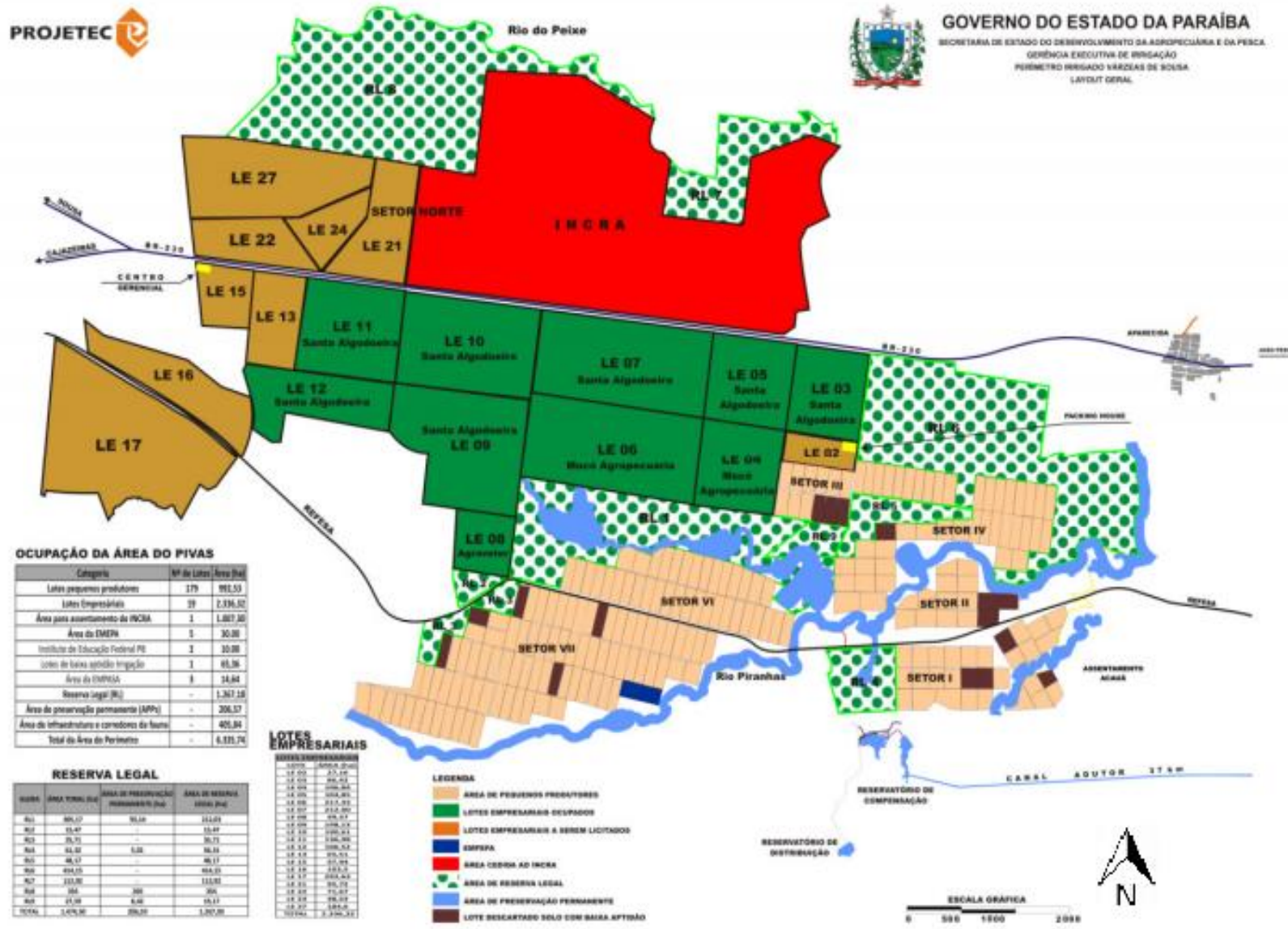
O PIVAS é uma iniciativa do Governo do Estado da Paraíba e do Ministério da Integração Nacional, foi instalado numa área entre os municípios de Sousa e Aparecida (a 443 km da capital João Pessoa) em função de desapropriação de 6.336 ha de terra desses municípios, a partir do ano de 1999, pelo governo do Estado da Paraíba através do Decreto nº20.834 de 29/12/1999 (BRASIL, 2012). A finalidade original do PIVAS foi irrigar uma área de 4.391 ha para produção de culturas que proporcionassem a produção de alimentos e geração de riqueza e emprego para a região, do total dessa área, 992,53 ha estão distribuídos entre 178 pequenos irrigantes, dos quais 156 trabalham com fruticultura. A área do perímetro pode ser observada na Figura 3, ela foi parcelada entre agricultores familiares (também chamados de pequenos irrigantes com unidades de produção com cerca de cinco hectares); empresas; área para pesquisa e assentamento do INCRA; área de reserva legal e de preservação permanente; além de área para infraestrutura (PEREIRA NETO; MARQUES, 2014). Os recursos financeiros vieram do Convênio MMA/SRH/nº071/98, regido pelo Decreto nº 89.496/1984 o qual, em seu artigo 42, afirmava que a infraestrutura de irrigação dos projetos públicos implantados com recursos orçamentários da União era de propriedade do governo federal, o qual detinha competência para ações de gestão desses projetos, através do Ministério de Integração Nacional. Porém, o investimento financeiro feito pelo Estado da Paraíba, bem como o interesse no sucesso do empreendimento, incentivou o Ministério da

Integração a transferir para o primeiro a responsabilidade pela administração, operação e manutenção da infraestrutura do perímetro irrigado.

Os solos ocupados pelo PIVAS são do tipo Aluvial, representado pelos Neossolos Flúvicos, com predominância de textura arenosa. Esse solo está sujeito às “cheias” do rio Piranhas, as quais são muito esporádicas, mas quando ocorrem, inundam os agroecossistemas (CORRÊA et al., 2003). A água que irriga o PIVAS é proveniente do canal da Redenção (canal adutor) e permanece acumulada no reservatório de compensação (Figura 4), cuja capacidade de armazenamento chega a 150 mil m³. Através de adutoras (de recalque e distribuição), a água é levada até o reservatório de distribuição, que tem capacidade para 120 mil m³, daí em diante segue por canais adutores com 47,6 km de extensão até chegar aos lotes, que contam com uma rede de drenagem e um perímetro irrigado dotado de uma estação de bombeamento e uma subestação elétrica. Em contraprestação ao fornecimento de água, cada irrigante paga ao distrito, mensalmente, a tarifa de água K1, para amortização dos investimentos realizados para implantação do perímetro; e a tarifa k2, referente à valores gastos com operação e manutenção do sistema de irrigação (tubulações, drenos, estradas etc), bem como a valores relacionados à distribuição da água referente ao consumo mensal do lote (DISTRITO DO PERÍMETRO IRRIGADO DAS VÁRZEAS DE SOUSA, 2014).

A organização do PIVAS ocorre através do Distrito do Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (DPIVAS) (Figura 5), que é a entidade administradora do perímetro, composta por uma gerência executiva; encarregadura administrativa e financeira; encarregadura de eletromecânica; e a encarregadura de infraestrutura. A Gerência executiva é o órgão executor das políticas técnico-administrativas deliberadas pela assembleia geral e pelo conselho de administração. O conselho de administração, órgão colegiado responsável pela administração do Distrito, reúne-se ordinariamente uma vez por mês e é composto por nove membros titulares e nove membros suplentes, eleitos de acordo com as regras do Estatuto Social do PIVAS. Também há um conselho fiscal responsável por zelar pela gestão econômico-financeira da entidade (DISTRITO DO PERÍMETRO IRRIGADO DAS VÁRZEAS DE SOUSA, 2014).

Figura 3 - Mapa do Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS).



Fonte: DPIVAS (2014).

Figura 4 - Reservatório de compensação do PIVAS.



Fonte: A Autora (2015).

Figura 5 - Sede administrativa do PIVAS.



Fonte: A Autora (2015).

3.2 Caracterização do estudo

Em seus aspectos gerais, esse trabalho foi de caráter exploratório, especialmente por ter buscado o aprimoramento de ideias e a obtenção de maior familiaridade com o problema proposto, que foi averiguar sustentabilidade do monocultivo e do consórcio do coqueiro-anão no PIVAS. Sua estrutura e delineamento foram fundamentados, segundo Festinger e Katz (1974) e Gil (2002), na forma de estudo de campo, também empregando a pesquisa bibliográfica e documental.

Tipicamente, o estudo de campo focaliza uma comunidade em particular e por meio da observação direta, certas informações-chave (fonte primária de dados) podem ser obtidas. Tais informações dependem do emprego de entrevistas junto aos atores sociais que depois são conjugadas e analisadas com os dados da pesquisa bibliográfica e documental (fonte secundária de dados) (GIL, 2002).

A condução e coleta da informação primária seguiu o emprego do método MESMIS (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000), considerado eficiente para obtenção de dados através da aplicação de entrevistas direcionadas e aplicado amplamente em pesquisas na agricultura familiar.

Esse trabalho tem caráter quali-quantitativo na medida em que transforma os dados qualitativos em dados passíveis de serem usados para construção de índices numéricos. Com relação ao seu objetivo, a pesquisa foi comparativa, na medida em que procurou evidenciar dois grupos de agricultores, os que plantam em monocultivo e os que plantam em consórcio, sendo possível, caracterizá-los e compará-los quanto aos seus níveis de sustentabilidade.

Os agroecossistemas avaliados estão nos setores 6 e 7 do PIVAS pertencentes ao município de Sousa, ocupados por agricultores familiares que cultivavam coco-anão verde em monocultivo e em consórcio com bananeira. O setor 6 apresenta 33 lotes de agricultura familiar, totalizando 30 agroecossistemas familiares, pois 3 agricultores possuem 2 lotes. Enquanto o setor 7 apresenta 77 lotes, totalizando 73 agroecossistemas familiares, pois 4 agricultores possuem 2 lotes (ver Tabela 1). Neste trabalho, cada lote corresponde a uma unidade de manejo ou agroecossistema familiar.

Tabela 1 - Setores e lotes da agricultura familiar no PIVAS.

Setores	Número de Lotes	Número de Agroecossistemas familiares
Setor 6	33	30
Setor 7	77	73

Elaboração: A Autora (2016).

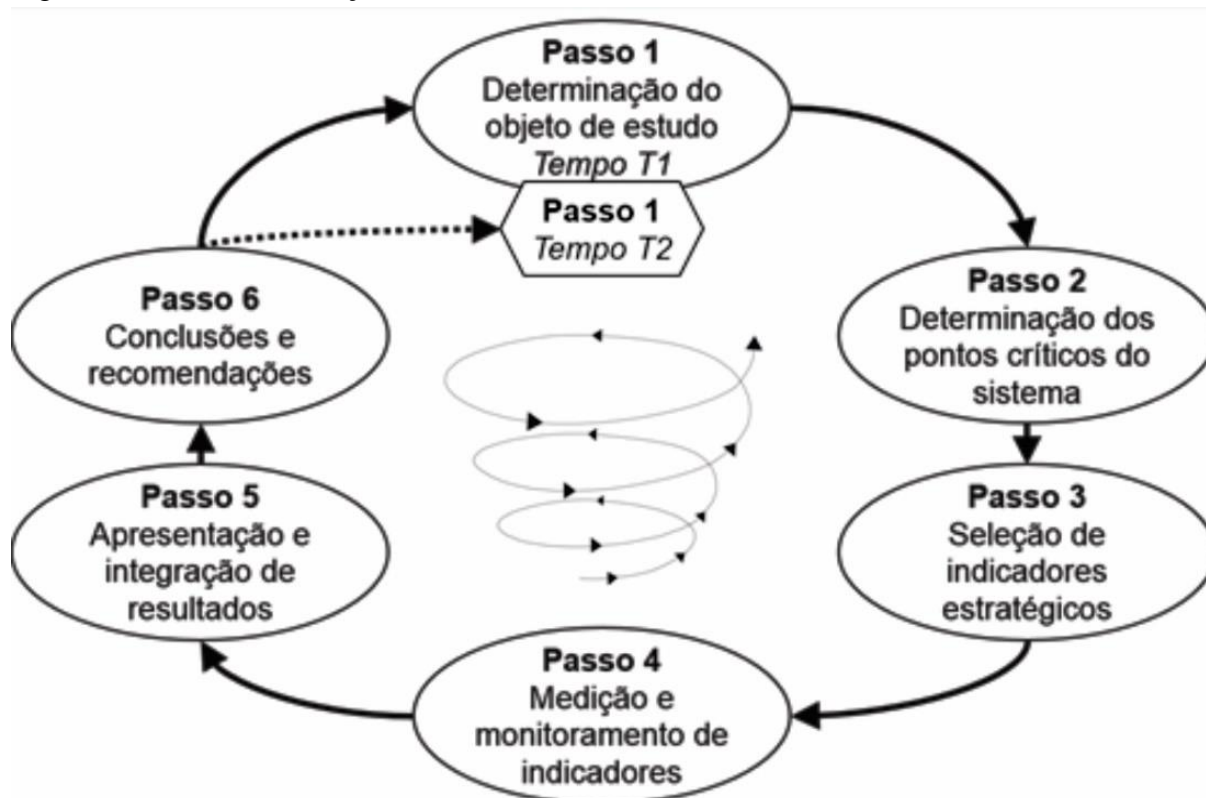
A amostragem dos agroecossistemas seguiu os critérios de saturação teórica, quando o incremento de novas observações não conduz a um aumento significativo de informações (GIL, 2002; THIRY-CHERQUES, 2009), sendo assim, foram analisados 21 agroecossistemas, 12 deles com manejo de monocultivo e 9 de consórcio. Nessa pesquisa, os agroecossistemas foram representados aleatoriamente com números de 1 a 21, a fim de não expor as famílias agricultoras envolvidas. Os agroecossistemas em monocultivo são: 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 14, 16, 17, 18 e 19; e em consórcio são: 1, 5, 8, 9, 11, 13, 15, 20 e 21.

As unidades de manejo foram caracterizadas como sistemas de referência e sistema alternativo. O sistema de referência representa o esquema técnico e social mais comumente praticado na região. O sistema alternativo é aquele em que foram incorporadas inovações tecnológicas ou sociais com relação ao sistema de referência. O consórcio é exemplo de inovação, segundo Masera, Astier e López-Ridaura (2000) e está relacionado à princípios agroecológicos (GLIESSMAN, 1985), com isso os sistemas de manejo em monocultivo de coco-anão verde em Sousa foram classificados como sistema de referência, enquanto os que sistemas de manejo em consórcio foram classificados como sistema alternativo. Foi feita uma comparação transversal, portanto simultânea, entre as unidades de manejo com monocultivo e consórcio de coco-anão verde entre os anos de 2015 e 2016, no entanto o período mais efetivo de coleta de dados, onde houve aplicação de entrevistas, foi junho e julho de 2015.

3.3 Avaliação da sustentabilidade através do método MESMIS

Para aplicação o método de avaliação MESMIS, foram seguidos os passos ilustrados na Figura 6.

Figura 6 - Ciclo de avaliação do MESMIS.



Fonte: Adaptado de Verona (2008, p.68).

Passo 1 - Determinação do ambiente de estudo

Nessa etapa foi feito um diagnóstico dos agroecossistemas, incluindo suas características gerais, seus sistemas de manejo e seu contexto social, econômico e ambiental. Foram coletadas amostras da água do reservatório do PIVAS para análise físico-química e bacteriológica no Laboratório de Águas do IFPB Campus João Pessoa, o procedimento de coleta esteve de acordo com as recomendações do laboratório, o qual forneceu todo o material necessário. Não foram feitas análises de água individuais nos agroecossistemas porque todos eles recebem água desse mesmo reservatório. Amostras do solo de cada agroecossistema passaram por análise química e de fertilidade no Laboratório de Análises de Solo e Água do IFPB Campus Sousa. Em cada agroecossistema foram coletadas 10 amostras aleatórias de solo na projeção da copa das árvores, com o raio aproximado de 2m do estipe, numa profundidade de 20cm. Para a realização das coletas foi utilizado um trado e a homogeneização das amostras foi feita num balde, de onde foi retirada uma amostra final de aproximadamente 1kg de solo, a qual foi devidamente etiquetada com as informações do local da coleta e levada para o laboratório supracitado, seguindo as recomendações de Sobral (2015).

Passo 2 - Determinação dos pontos críticos do agrossistema

Os atributos de sustentabilidade (produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão) foram abordados através dos pontos críticos, que por sua vez foram utilizados para determinação dos critérios de diagnóstico, os quais direcionaram a seleção dos indicadores de sustentabilidade. Para verificar os pontos críticos foi preciso determinar quais as situações fortaleciam ou limitavam a sustentabilidade do agroecossistema, isso foi feito com o auxílio de um roteiro orientador em um diálogo com a família que trabalhava no agroecossistema pesquisado. O uso do roteiro orientador visou facilitar o entendimento da família acerca dos pontos críticos e sua elaboração foi baseada nas informações obtidas para o cumprimento do passo 1 do MESMIS. Também participamos de reuniões no DPIVAS (Figura 7), onde os agricultores se reúnem mensalmente para debater sobre suas atividades e deliberar ações. O engajamento dos agricultores na pesquisa facilitou o levantamento de informações que caracterizavam a comunidade e possibilitou a criação de estratégias que atendessem suas necessidades. A coleta desses dados resultou em uma lista de pontos críticos, construída juntamente aos agricultores (Figura 8), na qual constavam as potencialidades e as limitações de cada unidade de produção. A sistematização desses dados cumpriu com a necessidade de representação de todos os atributos de sustentabilidade e permitiu a determinação dos critérios de diagnóstico.

Figura 7 – Reunião no DPIVAS.



Figura 7 - Entrevista com agricultor do PIVAS.



Fonte: A Autora (2015).

Passo 3 - Seleção de indicadores estratégicos

Previamente à determinação dos indicadores, foram determinados os critérios de diagnóstico. Para atender a um critério de diagnóstico foram necessários um ou mais indicadores; esses indicadores foram agrupados, por similaridade de objetivo, formando indicadores de sustentabilidade compostos.

Para a dimensão ambiental foram utilizados indicadores que avaliaram o recurso hídrico, tais como: fontes de água na propriedade, origem da água para consumo doméstico, fornecimento de água de acordo com a necessidade da planta e frequência da irrigação. Indicadores que avaliem o recurso solo: tipo de adubação, aproveitamento de restos culturais, manejo de plantas infestantes, fertilidade do solo, matéria orgânica, destino do lixo doméstico, descarte de embalagens de agrotóxicos e fertilizantes químicos.

Para a dimensão social foram utilizados indicadores tais como: posse de veículo, estado de saúde do agricultor, condições de moradia, eletrodomésticos e eletrônicos das residências, acesso à serviços públicos, acesso à internet, filiação à associação, filiação à sindicato, continuidade geracional do trabalho no campo.

Para dimensão econômica foram utilizados os seguintes indicadores: necessidade de mão de obra, assistência técnica, jornada de trabalho, frequência de perdas na produção,

criação de animais, comercialização da produção, determinação do preço, acesso à crédito agrícola, fonte extra de recursos, contabilidade da produção e produção dos pomares.

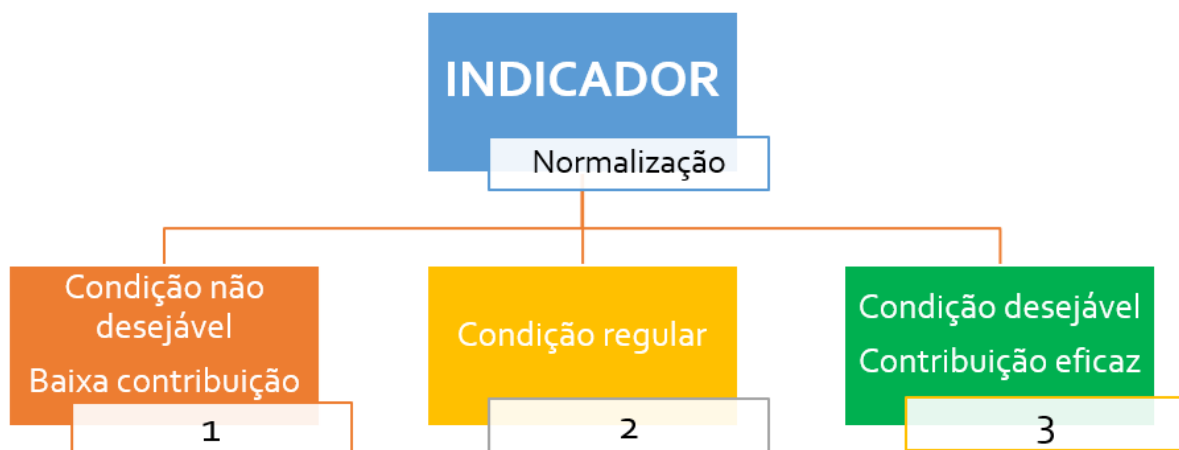
Uma vez determinados os indicadores estratégicos por área de avaliação, foi conveniente construir um quadro resumo com o resultado final de indicadores ambientais, sociais e econômicos (Quadro 2 na seção Resultados e Discussão). Isso permitiu uma visão conjunta da avaliação, permitiu revisar as inter-relações entre os critérios de diagnóstico e os indicadores das diferentes áreas e tomar uma decisão final sobre a possibilidade de simplificar a análise ou de incluir mais indicadores.

Passo 4 - Medição e monitoramento de indicadores

A avaliação de sustentabilidade proposta neste projeto é transversal, assim, as unidades de manejo foram estudadas em um período de tempo determinado, entre os anos de 2015 e 2016, com aplicação de entrevistas em junho e julho de 2015. A obtenção de dados junto aos agricultores familiares ocorreu por meio de entrevistas previamente elaboradas que permitiram a conversão dos dados em valores numéricos, a esse processo de conversão, deu-se o nome de normalização, o qual determinou limiares ou valores de referência para cada indicador.

Os indicadores de sustentabilidade foram fundamentados na realidade local do PIVAS, bem como em literatura pertinente, para que permitissem uma forma de mensuração adequada. A depender do indicador, sua medição ocorreu via aplicação de entrevista, análise laboratorial ou observações diretas. Para mensurar os indicadores foram necessários parâmetros que permitissem comparações entre os agroecossistemas, esses foram buscados na literatura específica e na realidade local. A partir desses parâmetros foi feita a normalização dos dados, assim, as informações quantitativas e qualitativas foram transformadas em valores de 1 a 3, onde 1 representou uma condição não desejável (ruim) ou baixa contribuição à sustentabilidade; 2 representou condição regular (média); 3 representou uma condição desejável (boa) que contribuiu de forma eficaz com a sustentabilidade local. De acordo com Verona (2008), os agroecossistemas que apresentarem a condição 1 não a tem definitivamente, ou seja, são passíveis de alcançar condições mais próximas da sustentabilidade. Quanto mais distantes da condição 3, mais difícil será alcançar melhores níveis de sustentabilidade e vice-versa. A normalização pode esta esquematizada na Figura 9.

Figura 9 – Representação esquemática da normalização dos dados.



Passo 5 - Apresentação e integração dos resultados

A integração dos resultados foi feita através da criação do Índice de Sustentabilidade Geral (ISG) para cada agroecossistema, o qual foi obtido a partir da média aritmética das notas de todos os Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC) de cada lote estudado. Os resultados dos ISC também foram integrados através de médias aritméticas dos seus resultados em todos os agroecossistemas, formando Indicadores de Sustentabilidade Compostos Gerais (ISCG) para cada um dos ISC.

Elaboraões gráficas foram feitas para melhor entendimento dos resultados obtidos. As informações do monitoramento dos indicadores de sustentabilidade foram integradas mediante diagramas do tipo ameiba, um diagrama radial onde cada ISC foi representado em um eixo, com unidades apropriadas, contrapondo os dados dos sistemas de manejo em monocultivo e consórcio, analisando-os de forma comparativa. Para fins de análise estatística, foi utilizado o Teste *U* de Wilcoxon-Mann-Whitney (CALLEGARI-JACQUES, 2004).

Passo 6 - Conclusão e recomendações

De forma a contribuir para a sustentabilidade local, foram apresentadas algumas conclusões e, a partir dessas propostas alternativas para fortalecer a sustentabilidade dos agroecossistemas estudados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desse trabalho são frutos do proposto pelo método MESMIS para a avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas. Do primeiro ao último passo da avaliação, foram gerados resultados que estão apresentados nessa seção na seguinte ordem: descrição do ambiente de estudo; a análise dos pontos críticos; seleção dos indicadores estratégicos; seleção dos indicadores e construção dos indicadores de sustentabilidade compostos; os resultados integrados; e conclusões.

4.1 Descrição do ambiente do estudo

Nessa seção estão incluídas a caracterização geral dos agroecossistemas e dos seus sistemas de manejo, ambas estão relacionadas ao cumprimento do primeiro passo do método MESMIS.

4.1.1 Caracterização geral dos agroecossistemas

Os agroecossistemas estudados são familiares, portanto geridos pela família domiciliada no lote, e apresentam área de 5 hectares que são intensamente utilizados para as plantações, sendo apenas uma pequena área reservada para as residências dos agricultores, as quais inicialmente eram padronizadas, no entanto muitos agricultores as reformaram para melhor atendimento de suas necessidades. A grande maioria dos agricultores também apresenta residência na área denominada urbana, a qual fica muito próxima ao PIVAS e apresenta acesso razoável através das estradas locais, não pavimentadas, mas em bom estado em período não chuvoso, e a rodovia federal (BR 230). Alguns permanecem em seus lotes apenas durante o dia alegando a falta de segurança. A grande maioria deixa os lotes nos finais de semana, retornando apenas para ligar/desligar o sistema de irrigação, quando preciso. Os agricultores não apresentam posse da terra, na ocasião da instalação do PIVAS foi feito um contrato de uso da terra entre eles e o governo do Estado.

Os agroecossistemas apresentam muitas características em comum, desde o relevo e o clima, que não se modificam a ponto de haver a formação de microclimas, à inserção no PIVAS, o qual distribui a água igualmente para todos os pequenos irrigantes com vazão determinada em projeto de 1,0l s.ha, pressão > 30 mca e disponibilidade de 24h (adiante veremos a situação atual da distribuição da água). As tarifas de água são compostas pelas parcelas K1 e K2, cada lote possui um medidor de água individual. Com relação ao esgoto sanitário, todos os agroecossistemas visitados possuem fossa séptica a qual ele é destinado.

É unânime a consciência de que existe escassez de água para a produção efetiva de alimentos no PIVAS. No período de realização dessa pesquisa, a região passava por uma seca que se alastrava desde 2012 e que ainda está efetiva em 2018, sendo considerada a maior seca dos últimos 100 anos. O início da produção dos coqueirais dos setores 6 e 7 data de 2012, logo, a seca atingiu o período em que os coqueiros estavam iniciando sua produção. As famílias estudadas sofrem por causa da instabilidade climática, a qual inviabiliza o fornecimento contínuo de água. Quando a produção estava plena, as condições de vida das famílias eram muito satisfatórias, no entanto em situações de seca, como as observadas por nós no final do ano de 2016, muitas famílias não conseguiam recursos financeiros suficientes para suprir sequer as suas necessidades mais básicas.

Os lotes apresentam estrutura para irrigação e drenagem de água, todos os agricultores pesquisados utilizam a técnica de microaspersão para irrigação (Figura 10). Alguns possuem fontes particulares de água na propriedade (poços, cacimbões ou cisternas), outros dependem exclusivamente da água do PIVAS. A concessionária local de energia elétrica fornece energia para todos os lotes. De certa forma, todos os agricultores obtiveram as mesmas condições e oportunidades para concretizarem o seu trabalho com a produção agrícola.

Figura 10 - Microaspersor para irrigação do coqueiro-anão no PIVAS.



A água distribuída aos irrigantes apresenta mesma origem, o reservatório de distribuição, com capacidade para 105.000m³. Para fins de análise, foram coletadas amostras desse reservatório para testes bacteriológicos e físico-químicos. As recomendações para coleta foram dadas pelo Laboratório de Águas do IFPB Campus João Pessoa, o qual forneceu todo o material necessário. A amostra foi refrigerada durante o transporte de Sousa para João Pessoa e chegou em tempo hábil ao laboratório. O resultado do teste bacteriológico acusou forte contaminação por coliformes totais e coliformes termotolerantes, implicando em sua não potabilidade, sendo assim, a água distribuída estava imprópria para consumo humano, mas passível de ser usada na agricultura segundo a Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL,2005). Quanto à análise físico-química, a mesma corroborou a análise bacteriológica no tocante a não potabilidade da água. Os requisitos mais importantes para a qualidade da água de irrigação se mantiveram dentro do considerado normal, a exemplo da baixa salinidade (representada pela condutividade elétrica) da amostra, indicando a água do PIVAS como boa para a grande maioria das plantas e com pouca probabilidade de comprometer o solo. E o pH, no valor de 7,83, também é considerado viável para a plantação e incapaz de causar problemas de deterioração do equipamento de irrigação (ALMEIDA, 2010; SILVA et al., 2011).

4.1.2 Sistemas de manejo

A principal diferença encontrada entre os agricultores familiares dos setores 6 e 7 do PIVAS está na forma com que eles manejam o cultivo do coqueiro, uns em monocultivo (Figura 11), outros em consórcio. O espaçamento utilizado no pomar é de 7x7m, no consórcio as bananeiras são plantadas na faixa de plantio, de modo a aproveitar a água proveniente dos microaspersores dos coqueirais (Figura 12). Geralmente são plantadas duas bananeiras entre um coqueiro e outro. Uma outra forma de consórcio do PIVAS, não abordada nessa pesquisa, é o plantio temporário da bananeira enquanto o coqueiral estava em fase de desenvolvimento, dessa forma, o início da produção do coqueiro indicava a hora de eliminação do pomar de bananas, as quais forneciam renda ao agricultor, enquanto o coqueiro se desenvolvia.

Figura 8 - Monocultivo do coqueiro no PIVAS.



Fonte: A Autora (2015).

Figura 12 - Consórcio coqueiro-bananeira no PIVAS.



Fonte: A Autora (2015).

Em ambas as formas de manejo, depois que o coqueiral foi implantado, os agricultores fazem frequentemente a coroação, que é a limpeza da área ao redor da planta, geralmente num raio de 2m a partir do estipe, para impedir a competição com ervas daninhas, tentando evitar o uso de herbicidas (BENASSI et al., 2007). Para as bananeiras, a manutenção é feita através do desbaste, que consiste na eliminação dos rebentos; desfolha, eliminação das folhas mortas, secas ou injuriadas; escoramento da planta para evitar seu tombamento devido ao peso do cacho, quando era necessário; o corte do pseudocaule após a colheita é uma técnica frequentemente utilizada pelos produtores para uso como cobertura morta, com a finalidade principal de manter bons níveis de matéria orgânica no solo, contudo, no consórcio, ele não é utilizado (LICHTENBERG; LICHTENBERG, 2011). A adubação é feita anualmente e nem sempre precedida de análise de solo. Eventualmente é necessário o uso de agrotóxicos para o combate de pragas, sendo as mais frequentes na região, o ácaro (*Aceria guerreronis*) (Figura 13) e a mosca branca (*Aleurodicus pseudugesii*). Apesar do aparente conhecimento dos agricultores, verificado através das entrevistas, percebeu-se que há muita insegurança sobre temas como adubação e combate à pragas.

Figura 13 - Coco-anão verde atingido pelo ácaro (*Aceria guerreronis*).



Fonte: A Autora (2015).

A colheita do coco era realizada nos lotes em média a cada 40 dias, nessa ocasião, alguns agricultores contratavam mão de obra extra. De um modo geral, os cuidados com o coqueiral não eram considerados muito desgastantes pelos agricultores, os quais eram realizados pela própria família. A contratação de mão de obra para colheita estava bastante relacionada à comercialização por atravessadores, que não costumavam esperar muito tempo para ter acesso à produção. Na verdade, o fato do coqueiro ser uma planta de alto requerimento hídrico é o fator mais preocupante para os agricultores que, ao longo do tempo, observam diminuição da vazão de água para os lotes. Com menos água, a produção é visivelmente prejudicada e muitos agricultores dependem exclusivamente da renda desse cultivo.

Foi observado que as famílias estudadas possuíam conhecimentos técnicos acerca da produção do coco, essas informações foram acumuladas ao longo do tempo de trabalho na agricultura, muitas vezes passando de geração a geração, bem como através dos cursos de capacitação oferecidos pelo DPIVAS desde sua instalação. Os agricultores também se ajudavam mutuamente, tanto na troca de informações, quanto na troca de serviços nas plantações.

Segundo Gliessman (1985), o consórcio pode ser definido como cultivos diferentes plantados simultaneamente numa mesma área num mesmo espaço de tempo, intensificando, assim, a produção. Dentre tantas condições que podem ser citadas como necessárias à implantação de um manejo sustentável, o consórcio é visto como capaz de promover uma produtividade mais estável e constante ao longo do tempo, uma vez que o uso mais adequado do solo favorece sua maior fertilidade, umidade e conservação (GLIESSMAN, 1985). Dessa forma, esse tipo de cultivo pode ser considerado uma condição para o alcance da sustentabilidade na agricultura. No entanto, estudos sobre os perímetros irrigados no semiárido não têm mostrado níveis satisfatórios de sustentabilidade, apresentando problemas relacionados à baixa produtividade e dificuldades de comercialização; racionalização do uso da água; práticas conservacionistas do solo; dificuldades na transferência da gestão familiar, dentre outros (AGUIAR NETTO; MACHADO; VARGAS, 2006; CARVALHO, 2009; JALES et al., 2010). Analisando o PIVAS como um todo, por causa de efeitos econômicos (locais, regionais ou nacionais) e culturais, os lotes dos agricultores familiares, cujo objetivo inicial era implantar fruticultura diversa, passaram a apresentar, em sua maioria, plantações de coqueiros (em monocultivo ou em consórcio com a bananeira).

4.2 Análise dos pontos críticos

A determinação dos pontos críticos dos agroecossistemas estudados corresponde à concretização do segundo passo do MESMIS. A identificação desses pontos é de suma importância para culminância dos indicadores de sustentabilidade, sendo importantes passos desse caminho.

Por meio de conversas, entrevistas, observações participantes e fotografias, foi discutido junto aos agricultores quais eram os aspectos que fortaleciam e que limitavam individualmente cada agroecossistema. Dessa forma, foram identificados os seguintes pontos críticos:

a) Agroecossistema 1

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; participação das atividades em grupo.

Pontos críticos negativos: falta de mão de obra.

b) Agroecossistema 2

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; participação em atividades em grupo; habilidade no negócio; sossego.

Pontos críticos negativos: qualidade da água; situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção por causa do pequeno tamanho do lote; estradas e acessos no inverno.

c) Agroecossistema 3

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; capacidade de buscar alternativas econômicas; participação em atividades em grupo; qualidade da água e do solo.

Pontos críticos negativos: quantidade da água; dificuldade para aumentar a produção por escassez de água e porque 2ha de solo estão em fase de recuperação.

d) Agroecossistema 4

Pontos críticos positivos: participação de atividades em grupo; solo e irrigação.

Pontos críticos negativos: qualidade da água; dificuldade de transporte da produção; dificuldade para aumentar a produção pela falta de dinheiro.

e) Agroecossistema 5

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; capacidade de buscar alternativas econômicas; participação de atividades em grupo; parcerias; melhora das condições da família; crescimento pessoal.

Pontos críticos negativos: qualidade do solo; situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção por causa da limitação de água; atravessadores; monocultivo dos lotes vizinhos.

f) Agroecossistema 6

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; qualidade da água e do solo; capacitação.

Pontos críticos negativos: situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção; falta de assistência técnica adequada; não ter direito ao seguro safra; falta de outras alternativas econômicas.

g) Agroecossistema 7

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; capacidade de buscar alternativas econômicas; fácil manejo da plantação; clima e terra que favorecem a produção do coqueiro.

Pontos críticos negativos: qualidade da água para consumo doméstico; escassez de água.

h) Agroecossistema 8

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; capacidade para buscar alternativas econômicas; qualidade do solo e água.

Pontos críticos negativos: situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção.

i) Agroecossistema 9

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; qualidade de vida; qualidade do solo e da água.

Pontos críticos negativos: situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros.

j) Agroecossistema 10

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; participação em atividades em grupo; relação custo x benefício do trabalho; qualidade do solo e da água.

Pontos críticos negativos: situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção; dificuldade para melhorar o produto.

k) Agroecossistema 11

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade em buscar alternativas econômicas.

Pontos críticos negativos: escassez de água.

l) Agroecossistema 12

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão.

Pontos críticos negativos: qualidade do solo, pois tem 2ha com baixa produtividade; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção; dificuldade para melhorar a qualidade do produto.

m) Agroecossistema 13

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; capacidade em buscar alternativas econômicas; qualidade da água.

Pontos críticos negativos: qualidade do solo (baixo); situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção; dificuldade para melhorar a qualidade do produto.

n) Agroecossistema 14

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; uso adequado dos planos do governo.

Pontos críticos negativos: situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros.

o) Agroecossistema 15

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; participação em atividades em grupo; capacidade em buscar alternativas econômicas; qualidade de vida.

Pontos críticos negativos: qualidade de água para consumo; situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; invasões dos agricultores sem terra em áreas destinadas à preservação.

p) Agroecossistema 16

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade em buscar alternativas econômicas; participação em atividades em grupo.

Pontos críticos negativos: falta de mão de obra; falta de água.

q) Agroecossistema 17

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de buscar alternativas econômicas; renda suficiente para manter a família.

Pontos críticos negativos: situação da posse da terra.

r) Agroecossistema 18

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; qualidade da água e do solo.

Pontos críticos negativos: qualidade da água para consumo humano; situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; problemas tecnológicos na produção do coqueiro e falta de assistência; dificuldade para melhorar o produto devido a falta de água.

s) Agroecossistema 19

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; uso adequado dos planos do governo; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão; participação em atividades em grupo; capacidade em buscar alternativas econômicas.

Pontos críticos negativos: qualidade da água para consumo humano; dificuldade para aumentar a produção; dificuldade para melhorar o produto; falta d'água.

t) Agroecossistema 20

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; organização do trabalho; capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão.

Pontos críticos negativos: qualidade da água para consumo humano; salinização do solo; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção por causa do aumento de despesas; falta de garantia de disponibilidade de água durante os períodos de seca.

u) Agroecossistema 21

Pontos críticos positivos: capacidade de venda; uso adequado dos planos do governo.

Pontos críticos negativos: qualidade da água para consumo humano; situação da posse da terra; problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros; dificuldade para aumentar a produção por causa da escassez de água.

Observa-se uma grande similaridade entre os pontos críticos positivos e limitantes dos agroecossistemas, o que foi considerado normal dadas as características gerais que eles apresentam em comum e que foram elencadas na seção anterior. Para dar continuidade aos passos do MESMIS, os pontos críticos foram sistematizados em tópicos e correlacionados aos atributos de sustentabilidade (produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade, autogestão).

a) Recursos hídricos: verificou-se que os agricultores abordaram o tema água sob duas abordagens: qualidade e escassez. A água para consumo humano não é potável e esse conhecimento dos agricultores foi corroborado pela análise laboratorial. A qualidade da água para irrigação foi mencionada pelos agricultores como boa e isso também foi corroborado em análise. A escassez de água ocorre devido, principalmente, as condições climáticas locais, as quais favorecem períodos de grandes estiagens ocasionando que os reservatórios operem em baixo volume e muitas vezes suspendam o uso de água para irrigação. Esses pontos críticos estão relacionados com os atributos de resiliência, produtividade, estabilidade e confiabilidade dos agroecossistemas.

b) Solo: os agricultores abordaram o solo no tocante à sua qualidade, a maioria afirmou que o solo se apresenta bom para os coqueirais, enquanto alguns relataram problemas com salinidade e baixa produtividade. Assim como os recursos hídricos, esse ponto crítico está relacionado com os atributos de resiliência, produtividade, estabilidade e confiabilidade dos agroecossistemas.

c) Atividades laborais: os agricultores abordaram amplamente temas relacionados à organização e administração do trabalho, considerando como positivas as suas gestões. Negativamente, eles salientaram a necessidade de contratação de mão de obra e dificuldades com assistência técnica. Esses temas estão relacionados a atributos de produtividade, confiabilidade, equidade e autogestão.

d) Qualidade de vida: ponto crítico difícil de ser definido, mas que nesse trabalho foi baseado em Herculano (2002) e relacionado pelos agricultores ao bem-estar em viver no campo enfatizando a saúde, o acesso aos serviços públicos de importância básica e às condições de moradia. A qualidade de vida está relacionada com o atributo de adaptabilidade.

e) Condições econômicas: esse ponto crítico foi relacionado à capacidade do agricultor em buscar alternativas econômicas que otimizem o seu lote e às dificuldades para aumentar a produção e melhorar seu produto, muitos citaram a dificuldade em adquirir créditos para investimentos nos lotes. Verificou-se que existe forte dependência do agricultor à produção de coco (não apenas aqueles que trabalham com monocultivo) e muitos não realizavam outros tipos de atividades que pudessem lhes ajudar quando estivessem com problemas nas plantações. Esses pontos críticos mantêm relação com os atributos de adaptabilidade, equidade, produtividade, confiabilidade, estabilidade e autogestão.

4.3 Seleção dos indicadores estratégicos

Dando continuidade à sequência de passos do MESMIS, essa seção expõe como foram selecionados os indicadores de sustentabilidade.

Todos os atributos de sustentabilidade foram abrangidos através dos pontos críticos, esses serviram para determinar os critérios de diagnóstico que levaram ao estabelecimento dos indicadores. Os critérios de diagnóstico, foram, portanto, um elo entre os pontos críticos e os indicadores de sustentabilidade.

A seguir estão apresentados os pontos críticos agrupados de acordo com o exposto na seção anterior, e suas relações com os critérios de diagnóstico e os indicadores:

a) Recursos Hídricos: os critérios de diagnóstico que contemplaram esse ponto crítico neste trabalho foram: origem e disponibilidade de água; manejo de água da irrigação. Esses critérios levaram à criação de indicadores de sustentabilidade que verificaram, principalmente, se a propriedade está preparada para um período de escassez de água.

b) Solo: esse ponto crítico foi contemplado pelos critérios de diagnóstico: manejo do solo e qualidade do solo. O manejo do solo buscou entender como o agricultor se relaciona com o solo no seu preparo para a plantação, incluindo técnicas de adubação, enquanto a avaliação da fertilidade do solo ajudou na compreensão da qualidade do solo.

c) Atividade laborais: os critérios de diagnóstico que contemplaram esse ponto crítico neste trabalho foram: contribuição efetiva da família da realização do trabalho, nível de envolvimento com associações e sindicatos, necessidade de contratação de mão de obra.

d) Qualidade de vida: esse ponto crítico foi contemplado pelos critérios de diagnóstico: acesso aos serviços públicos de importância básica e condições de moradia. Esses levaram à criação de indicadores de sustentabilidade que verificaram a opinião dos agricultores como usuários dos serviços de saúde, transporte, educação e transporte.

e) Condições econômicas: os critérios de diagnóstico que contemplaram esse ponto crítico neste trabalho foram: produção dos pomares, comercialização da produção e dependência econômica. Eles levaram à criação de indicadores sobre as perdas na produção, criação de animais, determinação do preço de venda do coco, contabilidade da produção.

A seleção dos indicadores ocorreu com o fim de operacionalizar a mensuração dos níveis de sustentabilidade dos agroecossistemas, assim, em alguns casos, foi necessária a utilização de mais de um indicador para atender a um critério de diagnóstico, enquanto em outros, o critério de diagnóstico foi avaliado quantitativamente, se comportando como indicador de sustentabilidade, sendo essa possibilidade citada por Masera, Astier e López-Ridaura (2000). Por fim, os indicadores de sustentabilidade foram agrupados por similaridade em conjuntos de indicadores, formando Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC). Neste trabalho foram utilizados seis ISCs: Indicador de Sustentabilidade Composto Recursos Hídricos (ISCRH), Indicador de Sustentabilidade Composto Manejo do Solo (ISCMS), Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade do Solo (ISCQS), Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade de Vida (ISCQV), Indicador de Sustentabilidade Composto Atividade Laboral (ISCAL), Indicador de Sustentabilidade Composto Condições Econômicas (ISCCE). O Quadro 1 mostra a relação entre atributos, critérios de diagnóstico, ISCs e suas relações com as dimensões da sustentabilidade.

Quadro 1 - Relação entre atributos, critérios de diagnóstico, indicadores de sustentabilidade compostos (ISC) e suas relações com as dimensões da sustentabilidade.

ATRIBUTOS	PONTOS CRÍTICOS	CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO	ISC	DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE
Produtividade Equidade Estabilidade Resiliência Confiabilidade Adaptabilidade Autogestão	Recursos hídricos	Origem e disponibilidade de água; Manejo de água da irrigação.	ISCRH	Ambiental
	Solo	Manejo do solo; Qualidade do solo.	ISCMS	Ambiental
			ISCQS	
	Qualidade de vida	Acesso aos serviços públicos de importância básica; Condições de moradia.	ISCQV	Social
	Atividade laboral	Contribuição efetiva da família da realização do trabalho; Nível de envolvimento com associações e sindicatos; Necessidade de contratação de mão de obra.	ISCAL	Social Econômica

	Condições econômicas	Produção dos pomares; Comercialização da produção; Dependência econômica	ISCCE	Econômica
--	----------------------	--	-------	-----------

Fonte: Pesquisa de campo (2015 e 2016).

4.4 Seleção dos indicadores e construção dos indicadores de sustentabilidade compostos

No Quadro 2 verifica-se que a determinação dos ISCs está intimamente relacionada com os pontos críticos, que por sua vez, foram agrupados por similaridade. Nessa seção é apresentada a composição dos ISCs e a sua forma de mensuração.

a) Indicador de Sustentabilidade Composto Recurso Hídrico (ISCRH): constituído pelos indicadores: fontes de água na propriedade; origem da água para consumo doméstico; fornecimento de água de acordo com a necessidade da planta; frequência da irrigação. Esses indicadores foram avaliados através de observações e informações fornecidas pelos agricultores.

b) Indicador de Sustentabilidade Composto Manejo do Solo (ISCMS): constituído pelos indicadores: tipo de adubação; aproveitamento dos restos culturais; manejo das plantas infestantes. Esses indicadores foram avaliados através de observações e informações fornecidas pelos agricultores.

c) Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade do Solo (ISCQS): constituído pelos indicadores: fertilidade do solo; matéria orgânica; destino do lixo doméstico; descarte de embalagens de agrotóxicos e fertilizantes químicos. Esses indicadores foram avaliados através de análise de fertilidade do solo e de observações e informações fornecidas pelos agricultores.

d) Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade de Vida (ISCQV): constituído pelos indicadores: posse de veículo; estado de saúde; condições de moradia; eletrodomésticos e eletrônicos das residências; acesso à serviços públicos; acesso à internet. Esses indicadores foram avaliados através de observações e informações fornecidas pelos agricultores.

e) Indicador de Sustentabilidade Composto Atividades Laborais (ISCAL): constituído pelos indicadores: necessidade de mão de obra; filiação à associações; filiação à sindicatos; interesse dos filhos nas atividades dos pais; interesse dos pais sobre os filhos darem continuidade as suas atividades; ajuda dos filhos nas atividades rurais; assistência técnica; jornada de trabalho. Esses indicadores foram avaliados através de observações e informações fornecidas pelos agricultores.

e) Indicador de Sustentabilidade Composto Condições Econômicas (ISCCE): constituído pelos indicadores: frequência de perdas na produção; criação de animais; comercialização da produção; determinação do preço; crédito agrícola; fonte extra de recursos; contabilidade da

produção; produção dos pomares. Esses indicadores foram avaliados através de observações e informações fornecidas pelos agricultores.

As informações elencadas nessa seção com relação à constituição dos ISC e dos seus respectivos métodos de avaliação podem ser visualizadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Constituição dos Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC) e seus respectivos métodos de avaliação.

ISC	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	AValiação
ISCRH	Fontes de água na propriedade; Origem da água para consumo doméstico; Fornecimento de água de acordo com a necessidade da planta; Frequência da irrigação.	Entrevistas Observações
ISCMS	Tipo de adubação; Aproveitamento dos restos culturais; Manejo das plantas infestantes.	Entrevistas Observações
ISCQS	Fertilidade do solo; Matéria orgânica; Destino do lixo doméstico; Descarte de embalagens de agrotóxicos e fertilizantes químicos.	Laboratório Entrevistas Observações
ISCQV	Posse de veículo; Estado de saúde do agricultor; Condições de moradia; Eletrodomésticos e eletrônicos das residências; Acesso à serviços públicos; Acesso à internet.	Entrevistas Observações
ISCAL	Necessidade de mão de obra; Filiação à associações Filiação à sindicatos; Interesse dos filhos nas atividades dos pais; Interesse dos pais sobre os filhos darem continuidade as suas atividades; Ajuda dos filhos nas atividades rurais; Assistência técnica; Jornada de trabalho.	Entrevistas Observações
ISCCE	Frequência de perdas na produção; Criação de animais; Comercialização da produção; Determinação do preço; Crédito agrícola; Fonte extra de recursos; Contabilidade da produção; Produção dos pomares	Entrevistas Observações

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

De uma maneira geral, o MESMIS indica uma quantificação dos resultados obtidos através da coleta de dados específica para cada indicador. Para que todos os indicadores pudessem ter seus resultados passíveis de comparação entre eles, os dados quantitativos e qualitativos foram normalizados de modo a terem sido transformados em valores de 1 a 3, onde 1 representou uma condição não desejável de sustentabilidade (ruim) ou baixa contribuição à sustentabilidade; 2 representou condição regular (média); 3 representou uma condição desejável (boa) que contribuiu de forma eficaz com a sustentabilidade local. Dessa forma, após a normalização, cada um dos indicadores, em cada agroecossistema, apresentou valores entre 1 e 3. A mensuração dos ISC de cada agroecossistema foi formada pela média aritmética de todos os indicadores que o constituem. O Indicador de Sustentabilidade Geral

(ISG) de cada agroecossistema foi calculado pela média dos seus ISC. O passo a passo dessas mensurações será abordado em seguida.

a) Indicador de Sustentabilidade Composto Recurso Hídrico (ISCRH)

As informações necessárias à mensuração dos indicadores que constituem o ISCRH foram coletadas através de entrevistas e de observações na propriedade. A análise bacteriológica e físico-química da água não foi utilizada como indicador porque todos os lotes recebem água da mesma fonte, portanto não haveria diferenças entre eles.

O indicador fontes de água na propriedade avaliou se o agroecossistema possuía fontes de água para auxiliar na irrigação, de modo a lhe deixar mais independente da água do PIVAS. Foi observado que alguns agroecossistemas apresentavam cacimbões ou cisternas (Figura 14) e que outros tentaram abrir poços artesianos, mas sem sucesso. Dessa forma, o indicador supracitado foi avaliado com nota 1 (agroecossistemas que não possuem fontes de água na propriedade); e nota 3 (agroecossistemas que possuem fontes de água na propriedade).

Figura 14 - Construção de cacimbão em lote do PIVAS.



Fonte: A autora (2015).

O indicador origem da água para consumo doméstico buscou identificar a forma com que as famílias lidam com o problema da não potabilidade da água do PIVAS. Durante as entrevistas, muitas famílias citaram problemas de saúde pontuais relacionados ao uso da água,

a exemplo de disenterias, forçando a aquisição de outro tipo de água para o consumo na residência. Dessa forma, esse indicador foi avaliado com nota 1 para as famílias que utilizavam a água do PIVAS para consumo humano; nota 2 para as famílias que utilizavam a água do cacimbão ou da cisterna; e nota 3 para as que usavam água mineral ou água tratada comprada diretamente de um fornecedor local.

O indicador fornecimento de água de acordo com a necessidade da planta está relacionado ao suprimento de água para as plantações, com a finalidade de saber se elas estavam recebendo a quantidade adequada de água. Na implantação do PIVAS, a abundância de água fazia com que os agricultores fornecessem mais água às plantas do que o que era requerido por elas, mas na situação de seca em que o PIVAS foi encontrado no período desta pesquisa, a situação estava invertida, assim, muitas plantações não estavam tendo sua demanda por água contemplada devido à escassez desse recurso. Dessa forma, o indicador supracitado foi avaliado com nota 1 para agroecossistemas que não estavam suprindo as demandas das plantas; e nota 3 para o suprimento adequado.

O indicador frequência da irrigação considerou que a demanda por água não estava sendo suprida. No período dessa pesquisa, principalmente no ano de 2015, além da baixa vazão fornecida, a água só estava sendo liberada uma vez ao dia por cerca de 2h, e, devido à baixa pressão do sistema, não estava chegando de maneira eficiente a todos os agroecossistemas. Nesse período, os agricultores acionavam seus sistemas de irrigação até o final do tempo de abastecimento, insuficiente para as necessidades hídricas das plantações. Assim, diante da importância da mensuração da frequência da irrigação, por estar intrinsecamente relacionada à produção e sobrevivência dos agroecossistemas, foram consideradas 2 situações: nota 1 para os agricultores que irrigavam em dias alternados dadas as condições precárias de fornecimento de água; nota 3 para os agricultores que irrigavam diariamente; ambos os casos de acordo com a água disponibilizada pelo PIVAS. Os resultados da medição dos indicadores que constituem o ISCRH estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Indicador de Sustentabilidade Composto Recursos Hídricos (ISCRH).

Agroecossistema	Fontes de água	Origem da água	Fornecimento de água	Frequência da irrigação	Nota Final
1	3	2	1	3	2,25
2	3	1	1	3	2,00
3	1	1	1	3	1,50
4	1	1	1	3	1,50
5	1	1	1	1	1,00
6	1	1	1	3	1,50
7	1	2	1	3	1,75
8	3	2	1	3	2,25
9	3	3	1	3	2,50
10	1	3	1	3	2,00
11	3	1	1	3	2,00
12	3	3	3	3	3,00
13	1	3	1	3	2,00
14	1	2	1	3	1,75
15	1	2	1	3	1,75
16	1	2	1	1	1,25
17	3	1,5	1	3	2,13
18	3	2	1	3	2,25
19	3	3	1	3	2,50
20	3	2	3	3	2,75
21	3	2	1	3	2,25

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

Com relação às fontes de água para irrigação, 58,33% dos lotes em monocultivo dependiam totalmente do PIVAS, nos lotes de consórcio esse número caiu para 33,33%. De uma maneira geral, das 21 famílias estudadas, 10 não possuíam fontes de água para irrigação no agroecossistema, dependendo exclusivamente do fornecimento do PIVAS. Os resultados do indicador origem da água para consumo humano apontaram que 36,36% das famílias que plantavam coqueiro em monocultivo utilizavam a água do PIVAS para consumo próprio, enquanto que 22,22% das famílias que manejavam o coqueiro em consórcio, utilizavam dessa água, considerada imprópria para consumo humano. Com relação às 21 famílias estudadas, 6 utilizavam a água do PIVAS, 9 famílias utilizavam cisternas (Figura 15) ou cacimbões, 5 famílias utilizavam água mineral ou água potável vendida próxima aos lotes. A família do agroecossistema 17 relatou que fazia uso da água do PIVAS e do cacimbo para consumo humano, por isso sua nota foi 1,5.

Figura 15 - Cisterna para captação de água em lote do PIVAS.



Fonte: A autora (2015).

Com relação ao fornecimento de água, apenas os agroecossistemas 12 (monocultivo) e 20 (consórcio) declararam que forneciam água de acordo com a necessidade das plantações, os demais ofereciam menos água do que o requerido. Quanto à frequência de irrigação, apenas os agroecossistemas 5 (consórcio) e 16 (monocultivo) irrigavam as plantações em dias alternados, devido à baixa disponibilidade de água em seus lotes, assim, todos os outros irrigavam as plantações de segunda a sexta-feira ou de segunda à domingo, dependendo da oferta do perímetro, que estava limitada, com baixa vazão e com fornecimento de água por 1 ou 2 horas/dia. Enquanto isso, a quantidade de água requerida pelo coqueiro é estimada entre 100 e 150 l/planta/dia, podendo ser aumentada de acordo com o clima. Para bananeira, esse valor é de 28 a 42 l/planta/dia. O coqueiro-anão é a variedade mais sensível ao déficit hídrico, mas em regiões com disponibilidade de água para suprir sua demanda, pode haver alta produtividade (SOBRAL et al, 2009). A Figura 16 mostra a realidade do PIVAS no tocante à necessidade plena de irrigação, nela pode-se verificar um lote irrigado e outro abandonado pelo proprietário.

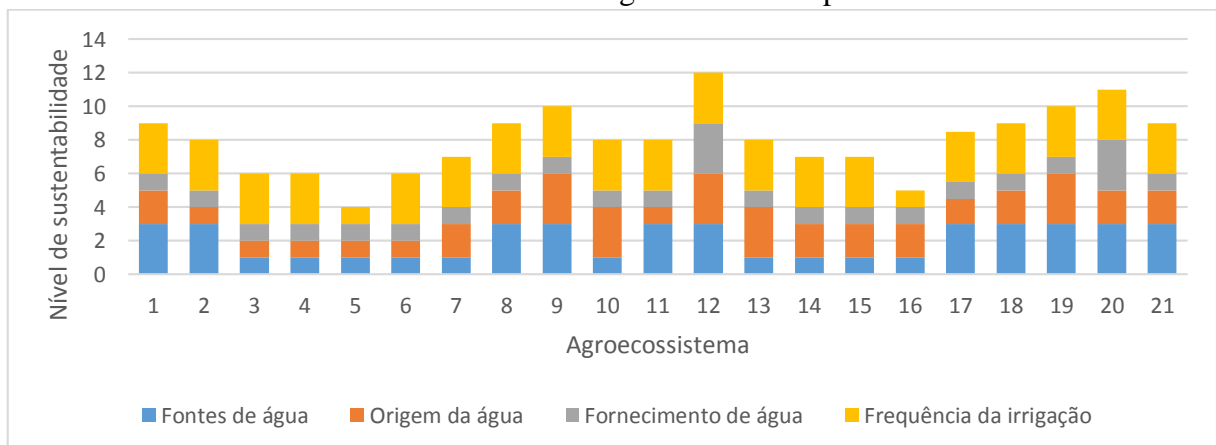
Figura 16 - Lotes do PIVAS com e sem fornecimento de água às plantações.



Fonte: A autora (2016).

A média das notas finais do ISCRH dos agroecossistemas que cultivam o coqueiro em consórcio foi de 2,08, enquanto a média da produção em monocultivo foi de 1,93, apontando que os agroecossistemas em consórcio apresentaram-se com melhores níveis de sustentabilidade. O Gráfico 1 ilustra os valores encontrados para cada agroecossistema com relação ao ISCRH.

Gráfico 1 - Níveis de sustentabilidade de cada agroecossistema para o ISCRH.



Elaboração: A autora (2017).

Os resultados encontrados para o indicador composto de recursos hídricos apontam claramente a vulnerabilidade do sistema perante a variável climática, a qual tem efeitos diretos na agricultura praticada no PIVAS. Não se pode afirmar que as condições socioeconômicas locais são devidas exclusivamente às condições climáticas, mas que, na forma em que o perímetro é estruturado, seu funcionamento depende de reservatórios que, por sua vez, dependem da chuva para fornecimento de água.

Independente do manejo adotado para irrigação no semiárido, as variações climáticas e possibilidade de períodos de secas não deixarão de existir, embora, não seja exatamente a falta de chuva que cause escassez de água na região, mas sua distribuição irregular ao longo do tempo, inclusive, com a possibilidade de grandes enxurradas. Malvezzi (2007) afirma que o semiárido nordestino é o mais chuvoso do planeta, com pluviosidade média de 750 mm/ano, no entanto a quantidade de chuva que cai é menor do que a água que evapora, cerca de 3.000 mm/ano em média, criando um déficit hídrico. O subsolo da região é formado por 70% de rochas cristalinas, dificultando a penetração da água no solo.

Sendo impossível acabar com a seca, resta adaptar-se a ela. Convém investigar quais seriam as melhores condições para a agricultura irrigada ser viável, também, em períodos de grande escassez. O maior desafio a ser enfrentado para produzir alimentos, segundo Silva et al. (2010), parece ser a criação de uma gestão integrada e compartilhada com os diferentes usuários dos recursos hídricos, fortalecida pelo uso de inovações tecnológicas voltadas para captação, armazenamento e uso racional da água de chuva, de forma a reduzir os riscos da produção agrícola.

Somado aos problemas relacionados ao clima, uma auditoria operacional do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba realizada nas várzeas de Sousa (PARAÍBA, 2013), comprovou retiradas indiscriminadas de água ao longo do canal adutor do PIVAS, para abastecimento de grandes açudes, e de, pelo menos, 122 pontos de utilização de água sem autorização. O uso não autorizado e, em alguns casos, indiscriminado da água, acomete a estrutura do canal adutor causando obstruções e assoreamento; aumenta a demanda de água do açude Coremas/Mãe d'água; impossibilita a vazão necessária ao funcionamento do sistema.

O surgimento dos perímetros irrigados na região Nordeste data da década de 1960 e foi impulsionado pela motivação de atenuar os efeitos das secas que, frequentemente, ocorrem no semiárido e atrapalham a produção agropecuária. A base legal para a instalação dos projetos de irrigação está contida na lei federal nº 4.504 de 30 de novembro de 1964, conhecida como Estatuto da Terra, em seu artigo 89 (BRASIL, 1964).

Entre os anos de 1968 e 1992, foram construídos 35 perímetros públicos irrigados no Nordeste. A irrigação pública introduzida através desses perímetros tinha dois objetivos: a modernização da agricultura local com incentivo à fruticultura; e a minimização dos conflitos por terra, através dos projetos de colonização, selecionando pequenos irrigantes para ocupação de seus lotes. Dessa forma, pretendia-se apoiar o pequeno agricultor, com o objetivo de erradicar a pobreza através de empregos na atividade agrícola, mas não esquecendo da iniciativa privada, pois parte dos perímetros é dedicada a empresas (PONTES, 2013). A implantação desses projetos buscou o desenvolvimento local, a transformação de espaços através de infraestrutura que melhorasse ou propiciasse o desenvolvimento da agricultura, preenchendo as lacunas das regiões e alimentando a esperança de uma vida melhor (SOUZA; SOUZA; CARNEIRO, 2013).

Em julho de 2017, o açude Coremas estava com menos de 10% da capacidade e Mãe d'água com 5,6%. Com a estiagem predominando na região, a esperança de recuperação desses volumes estava na transposição das águas do São Francisco (DNOCS, 2017). A situação delicada de escassez de água no PIVAS não lhe era exclusiva, nesse mesmo período, 8 perímetros irrigados do Ceará (Ayres de Souza, Curu-Paraipaba, Curu-Pentecoste, Ema, Forquilha, Morada Nova, Quixabinha, Várzea do Boi), Estado que concentra 40% dos perímetros irrigados do Nordeste, encontravam-se inoperantes por falta de água (BEZERRA, 2017). Em agosto de 2017, 196 dos 223 municípios da Paraíba estavam em situação de emergência por causa da seca (MOURA, 2017).

b) Indicador de Sustentabilidade Composto Manejo do Solo (ISCMS)

O indicador tipo de adubação buscou identificar se os agricultores adubam as plantações apenas com fertilizantes químicos; com fertilizantes químicos e orgânicos; ou com fertilizantes apenas orgânicos; as notas atribuídas para as respostas foram respectivamente: 1, 2 e 3. A adubação com fertilizantes químicos foi considerada menos sustentável no PIVAS devido ao manejo realizado pelos agricultores, adubando as plantações sem análise prévia do solo, correndo o risco de contaminá-lo através do uso exagerado desses compostos ou de usar em quantidades insuficientes para as plantações. Enquanto a adubação orgânica foi considerada mais sustentável por diminuir o risco de contaminação do solo; melhorar infiltração e retenção da água; aumentar a matéria orgânica e a aeração (ANDREOLA; COSTA; OLSZEWSKI, 2000; RODRIGUES; CASALI, 1999). Considerando que solos do tipo Neossolo Flúvico têm menor fertilidade natural, o incremento de matéria orgânica através dos adubos contribui para melhoria das suas condições químicas e físicas (SOBRAL et al., 2009).

O indicador aproveitamento dos restos culturais procurou saber se o agricultor faz uso dessa técnica, assim nota 1 foi atribuída ao agricultor que não faz aproveitamento e nota 3 para o agricultor que faz aproveitamento. Para medição desse indicador foi considerado o aproveitamento apenas dos restos culturais dos coqueiros (no mono e no consórcio), provenientes da limpeza da copa durante a colheita dos frutos, quando reaproveitados são importantes no fornecimento de potássio e cloro, além de agirem como cobertura morta, ajudando a reter água no solo e fornecendo matéria orgânica ao mesmo (HOLANDA; ALVES; CHAGAS, 2008). Esses resíduos eram distribuídos nas entrelinhas de cultivo dos lotes que receberam nota 3 (Figura 17), tendo sido triturados através de roçagem mecânica, sendo muito importantes para solos arenosos (SOBRAL et al., 2009). Quanto mais resíduos orgânicos retornam ao solo, maior a cobertura da sua superfície e maior a proteção da estrutura do solo contra perturbações naturais e antropogênicas, tais como a erosão hídrica, o protegendo do impacto direto da chuva através da minimização do desprendimento das partículas de solo, mantendo uma boa taxa de infiltração e diminuindo o escoamento superficial. A cobertura morta também ajuda na redução da evaporação e da temperatura do solo (COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2013).

Figura 17 - Aproveitamento dos restos culturais do coqueiro.



Fonte: A autora (2015).

O indicador manejo de plantas infestantes objetivou saber qual a forma de controle de ervas daninhas. Se havia controle químico através de herbicidas; se o controle era feito através de roçagem, sendo, portanto, mecânico; ou se não havia plantas infestantes. Dessa forma foi atribuída nota 1 para quem faz uso de herbicidas; nota 2 para quem faz roçagem mecânica; e nota 3 para os agroecossistemas que não têm plantas infestantes nas plantações. Mesmo quando aplicados corretamente, os herbicidas oferecem algum grau de toxicidade para o homem e o meio ambiente. A toxicidade ao homem, relaciona-se à forma incorreta de aplicação pelo agricultor, e a ingestão de partes da planta cultivada que, eventualmente, foram contaminadas pelo produto. Quanto ao ambiente, o herbicida não permanece indefinidamente no meio, mas o tempo em que permanece é suficiente para contaminar o solo e a água, e injuriar plantas e animais, quando seus resíduos permanecem em plantas que não eram alvo de sua aplicação e essas servem de alimentos a animais ou ao homem. Durante sua aplicação, os produtos também podem derivar para áreas vizinhas causando danos a outras plantações, causando fitotoxicidade (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). O controle mecânico das ervas daninhas permite que os restos das plantas sejam utilizados como cobertura morta, trazendo benefícios ao solo. O resultado final do ISCMS está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado do Indicador de Sustentabilidade Composto Manejo do Solo (ISCMS).

Agroecossistema	Tipo de adubação	Aproveitamento dos restos culturais	Manejo de plantas infestantes	Nota final
1	3	3	2	2,67
2	3	3	3	3,00
3	3	3	1	2,33
4	3	1	2	2,00
5	1	3	2	2,00
6	1	3	2	2,00
7	3	3	2	2,67
8	3	3	1	2,33
9	3	3	2	2,67
10	3	3	2	2,67
11	3	3	3	3,00
12	3	3	1	2,33
13	3	3	1	2,33
14	3	3	1	2,33
15	3	3	1	2,33
16	3	3	1,5	2,50
17	3	3	3	3,00
18	3	3	2	2,67
19	3	3	2	2,67

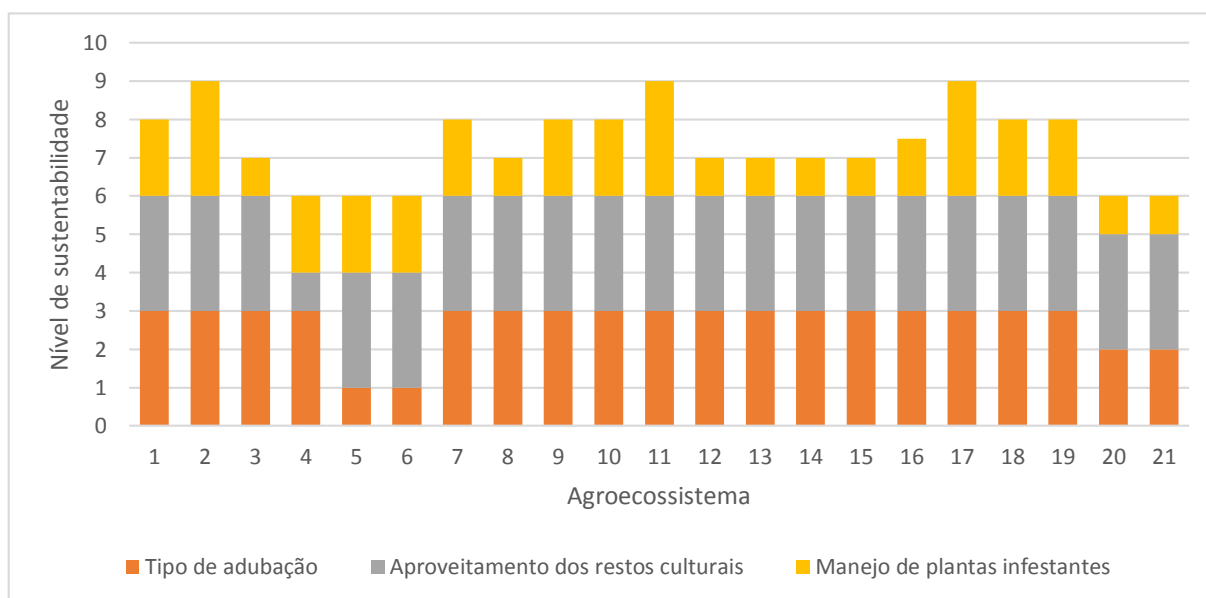
20	2	3	1	2,00
21	2	3	1	2,00

Elaboração: A autora (2017).

O indicador tipo de adubação apontou que 91,6% dos agroecossistemas em monocultivo utilizavam adubo orgânico nas plantações, enquanto no consórcio, esse número caiu para 66,6%. Considerando o conjunto dos 21 agroecossistemas pesquisados, apenas 2 fazem uso de fertilizantes químicos, ou minerais, e mais 2 fazem uso de fertilizantes químicos e orgânicos, os demais fazem uso apenas da adubação orgânica. Quanto ao aproveitamento dos restos culturais, apenas o agroecossistema 4, em monocultivo, não fez uso dessa técnica. Com relação ao manejo das ervas daninhas, o herbicida, considerado como manejo menos sustentável, esteve presente em 55,5% dos lotes em consórcio e em 27,3% dos lotes em monocultivo.

A média das notas finais do ISCMS dos agroecossistemas que cultivavam o coqueiro em consórcio foi de 2,37, enquanto a média da produção em monocultivo foi de 2,51, apontando que os agroecossistemas em monocultivo apresentam-se com melhores níveis de sustentabilidade nesse indicador composto. O Gráfico 2 ilustra os valores do ISCMS para cada um dos agroecossistemas. Nenhuma prática de manejo, sozinha, será responsável pela qualidade do solo agrícola. No entanto, acredita-se que o manejo do solo é mais impactante sobre o funcionamento do solo do que suas propriedades intrínsecas. Por isso, deve-se buscar incansavelmente a qualidade do manejo do solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

Gráfico 2 - Resultado do ISCMS para cada agroecossistema.



Elaboração: A autora (2017).

c) Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade do Solo (ISCQS)

O processo de degradação do solo, ocasionado pela produção agrícola em todo o mundo, tem sido, nas últimas décadas, motivo de preocupação com a qualidade do solo e a consequente sustentabilidade da atividade agrícola. Os dados para a mensuração dos indicadores que constituem o ISCQS foram coletados através de entrevistas, observações e de análises laboratoriais. Abaixo estão demonstrados os indicadores e a forma de interpretação das respostas obtidas, a interpretação associa-se à normalização dos dados.

O indicador de sustentabilidade fertilidade do solo procurou avaliar as condições do solo de cada agroecossistema estudado a partir de análises laboratoriais. Os parâmetros utilizados para constituição desse indicador estão de acordo com Gomes e Filizola (2006), sendo eles: pH; nutrientes disponíveis para as plantas P, K, Ca e Mg (Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio, respectivamente) e CTC (capacidade de troca de cátions).

O pH (potencial hidrogeniônico) indica a quantidade de íons hidrogênio (H^+) presentes no solo, assim, um solo é ácido quando possui muitos íons H^+ e vice-versa (RONQUIM, 2010). O valor do pH está relacionado com a disponibilidade de nutrientes para a planta. De uma maneira geral, o nitrogênio (N) é mais facilmente absorvido pela planta em solo com pH acima de 5,5 sendo que a disponibilidade máxima desse nutriente no solo verifica-se na faixa de pH entre 6 e 6,5 para depois diminuir. O fósforo (P_2O_5) tem melhor disponibilidade para as plantas em pH 6 a 6,5. O potássio (K_2O) é melhor aproveitado pelas plantas em solos com pH maior que 5,5 (BRAGA, 2012a). A normalização dos resultados do pH seguiu os critérios propostos por Gomes e Filizola (2006), os quais indicam que solos com condições ideais para cultivo devem apresentar pH no intervalo entre 6,0 e 6,5 podendo ser estendido para o intervalo entre 5,5 e 6,8. Os resultados da análise laboratorial indicaram que os solos dos agroecossistemas estudados apresentam pH no intervalo entre 7,3 e 9,6 sendo, portanto, alcalinos, considerados, segundo Gliessman (2000), problemáticos para as plantas, dado o excesso dos íons OH^- e a dificuldade de absorção de nutrientes, dificultando o desenvolvimento das plantas. Esse componente apresenta-se numa condição não favorável ao cultivo, tendo recebido nota 1 em todos os agroecossistemas.

Com relação aos macronutrientes P, K, Ca e Mg, não existem trabalhos feitos especificamente para os solos de Sousa levando em consideração a demanda das plantações por eles. Dessa forma, para normalizar os valores obtidos na medição de cada um desses macronutrientes, consideramos os parâmetros utilizados pelo laboratório que realizou a análise de solos, bem como as observações feitas por Teixeira et al. (2005) para a adubação de

coqueiro-anão no Estado de São Paulo e por Sobral et al. (2009) para o coqueiro-anão de uma maneira geral.

O fósforo (P) foi normalizado de acordo com as referências contidas na análise de solos, segundo a qual, concentrações entre 0 e 10 mg dm⁻³ são consideradas baixas; concentrações entre 11 e 20 mg dm⁻³ são consideradas médias; concentrações entre 21 e 40 mg dm⁻³ são consideradas altas; e concentrações acima de 40 são consideradas muito altas. Teixeira et al. (2005) observaram que a exigência de fósforo pelo coqueiro é relativamente pequena e também constataram que 19 mg dm⁻³ de fósforo disponível no solo foram suficientes para manter a sua concentração foliar em níveis considerados adequados. Assim, para a normalização dos dados, a nota 1 foi atribuída para as concentrações baixa e muito altas; a nota 2 foi atribuída para a concentração alta e a nota 3 foi atribuída para a concentração média, onde encontra-se o valor de 19 mg dm⁻³ citado por Teixeira et al. (2005).

O coqueiro é muito exigente em potássio (K) e, ao mesmo tempo, muito eficiente na acumulação desse nutriente (TEIXEIRA et al., 2005). O K foi normalizado de acordo com as referências contidas na análise de solos, segundo a qual, concentrações de K entre 0 e 0,11 cmol_c dm⁻³ são consideradas baixas; concentrações entre 0,12 e 0,23 cmol_c dm⁻³ são consideradas médias; concentrações entre 0,24 e 0,46 cmol_c dm⁻³ são consideradas altas; e concentrações acima de 0,46 cmol_c dm⁻³ são consideradas muito altas. Para a normalização dos dados, a nota 1 foi atribuída para as concentrações baixa e muito altas; a nota 2 foi atribuída para a concentração média; e a nota 3 foi atribuída para a concentração alta.

Recomenda-se que o teor de cálcio (Ca) disponível no solo para o coqueiro seja superior à 2,0 cmol_c dm⁻³ (SOBRAL et al., 2009). De acordo com as referências contidas na análise de solos, as concentrações de Ca entre 0 e 1,5 cmol_c dm⁻³ são consideradas baixas; concentrações entre 1,6 e 4,0 cmol_c dm⁻³ são consideradas médias; e concentrações acima de 4,0 cmol_c dm⁻³ são consideradas altas. Para a normalização dos dados, a nota 1 foi atribuída para a concentração baixa de Ca; a nota 2 foi atribuída para a concentração média de Ca; e a nota 3 foi atribuída para a concentração alta de Ca.

A concentração de magnésio (Mg) no solo recomendada para a nutrição adequada do coqueiro deve ser superior a 2,0 cmol_c dm⁻³ (SOBRAL et al., 2009). As referências contidas na análise de solos indicam que concentrações de Mg entre 0 e 0,5 cmol_c dm⁻³ são consideradas baixas; concentrações entre 0,6 e 1,0 cmol_c dm⁻³ são consideradas médias; e concentrações maiores que 1,0 cmol_c dm⁻³ são consideradas altas. Para a normalização dos dados, levando em consideração que o coqueiro necessita de concentrações acima de 2,0

cmolc dm⁻³, a nota 1 foi atribuída para as concentrações baixa e média; e a nota 3 foi atribuída para a concentração alta.

A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) está relacionada com a capacidade do solo reter cátions trocáveis, evitando perda de nutrientes por lixiviação, quanto maior a CTC, também é maior a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade do solo por um período mais prolongado, reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes (RONQUIM, 2010; BRAGA, 2012b). A CTC varia de acordo com o solo e depende da estrutura do complexo argila/húmus, do tipo de micela presente e da quantidade de matéria orgânica incorporada ao solo, que, por sua vez, torna-se mais eficiente quando encontrada na forma de húmus, aumentando a CTC. Dessa forma, práticas agrícolas que diminuam a matéria orgânica do solo podem, inclusive, diminuir a CTC, a qual é um importante componente da fertilidade do solo (GLIESSMAN, 2000). Na análise de solo realizada nesse trabalho foi determinada a CTC total, a qual considera todos os cátions permutáveis do solo ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$). De acordo com as referências contidas na análise de solos, a CTC é considerada baixa quando é menor que 5,1 cmolc dm⁻³; é considerada mediana quando está entre 5,2 e 10,4 cmolc dm⁻³; e considerada alta quando está acima de 10,4,0 cmolc dm⁻³. Para fins de normalização dos dados, a nota 1 foi atribuída para a CTC baixa; a nota 2 foi atribuída para a CTC média; e a nota 3 foi atribuída para a CTC alta.

A Tabela 4 mostra os resultados da análise de solo para cada componente do indicador fertilidade do solo; a Tabela 5 mostra as notas do indicador fertilidade do solo.

Tabela 4 - Resultados do indicador fertilidade do solo com base em análise laboratorial.

Agroecosistema	pH	P*	K**	Ca**	Mg**	CTC**
1	7,50	13,00	0,17	3,20	2,10	5,60
2	7,70	7,00	0,17	5,80	3,10	9,40
3	7,30	68,00	0,35	9,60	5,80	16,60
4	9,60	214,00	0,46	2,20	0,70	12,00
5	7,80	167,00	0,32	5,80	2,50	8,90
6	8,00	81,00	0,29	5,60	2,10	8,30
7	8,40	29,00	0,46	5,80	3,90	10,40
8	8,00	12,00	0,34	9,80	3,30	13,80
9	7,90	14,00	0,19	3,00	1,30	4,60
10	8,20	20,00	0,28	3,40	0,80	4,50
11	8,20	38,00	0,23	4,80	1,90	7,30
12	8,10	29,00	0,28	4,00	1,50	7,50
13	8,00	10,00	0,21	4,20	1,90	6,60
14	8,60	22,00	0,33	6,60	2,50	10,30

15	8,50	89,00	0,22	9,80	2,90	13,40
16	7,90	27,00	0,26	3,40	1,70	5,60
17	8,40	7,00	0,21	12,00	6,70	20,20
18	9,30	39,00	0,25	6,00	3,10	11,00
19	8,00	11,00	0,25	7,00	4,30	12,40
20	7,90	10,00	0,31	10,80	7,50	19,40
21	7,60	8,00	0,25	3,80	1,90	6,10

Elaboração: A autora (2017). *medido em mg dm^{-3} **Medidos em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$

Tabela 5 - Notas de cada componente do indicador fertilidade do solo.

Agroecossistema	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	Nota final
1	1	3	2	2	3	2	2,17
2	1	1	2	3	3	2	2,00
3	1	1	3	3	3	3	2,33
4	1	1	3	2	2	3	2,00
5	1	1	3	3	3	2	2,17
6	1	1	3	3	3	2	2,17
7	1	2	3	3	3	2	2,33
8	1	3	3	3	3	3	2,67
9	1	3	2	2	3	1	2,00
10	1	2	3	2	2	1	2,00
11	1	2	2	3	3	2	2,17
12	1	2	3	2	3	2	2,17
13	1	1	2	3	3	2	2,00
14	1	2	3	3	3	2	2,33
15	1	1	2	3	3	3	2,17
16	1	2	3	2	3	2	2,17
17	1	1	2	3	3	3	2,17
18	1	2	3	3	3	3	2,50
19	1	3	3	3	3	3	2,67
20	1	1	3	3	3	3	2,33
21	1	1	3	2	3	2	2,00

Elaboração: A autora (2017).

O indicador matéria orgânica (MO) está relacionado com os teores de Carbono (C) e Nitrogênio (N) do solo. A MO é formada por restos de animais e vegetais em decomposição, bem como de organismos vivos. É composta por substâncias húmicas, ácidos fúlvicos, resíduos vegetais, animais, fungos, ácidos húmicos, oxálico e málico. Contribui com a estrutura do solo, formação de poros para armazenamento de ar e água favorecendo a drenagem da água, bem como o desenvolvimento do sistema radicular; diminui a erosão através da cobertura do solo com resíduos vegetais; melhora a retenção de nutrientes como K, Ca, Mg e a disponibilização de P para as plantas (SOBRAL et al., 2009). Desempenhando todas essas funções, segundo Gliessman (2000), a MO é significativamente importante para a

agricultura sustentável, pois além de ser grande fonte de nutrientes para as plantas, promove, constrói, mantém e protege o solo. O teor de MO no solo é determinante de fertilidade e o seu aumento constitui a principal base para melhorias da fertilidade do solo (COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2013). De acordo com as referências contidas na análise do solo, concentrações de MO entre 0 e 15,0 g kg⁻¹ são consideradas baixas; concentrações entre 16,0 e 30,0 g kg⁻¹ são consideradas médias; e concentrações acima de 30,0 g kg⁻¹ são consideradas altas. Para a normalização dos dados, a nota 1 foi atribuída para a concentração baixa de MO; a nota 2 foi atribuída para a concentração média de MO; e a nota 3 foi atribuída para a concentração alta de MO. A matéria orgânica é um importante componente para solos alcalinos, comuns em regiões áridas e semiáridas e presentes nos lotes analisados neste trabalho.

O indicador destino do lixo doméstico buscou identificar como as famílias descartam os resíduos provenientes das atividades domésticas. Dessa forma esse indicador foi avaliado com nota 1 para as famílias que queimam seu lixo no próprio agroecossistema; e com nota 3 para as famílias que descartam seu lixo em terreno destinado para esse fim para, posteriormente, ser coletado pelo PIVAS. A queima do lixo pode deteriorar características do solo e reduzir seu potencial produtivo (JACQUES, 2003).

O indicador descarte de embalagens de agrotóxicos e fertilizantes químicos buscou identificar os cuidados que as famílias têm para evitar a contaminação do solo. A lei nº 9.974 de 6 de junho de 2000 dispõe que os usuários de agrotóxicos deverão devolver as embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridos ou em postos de recolhimento autorizados por órgão competente, levando em consideração as instruções contidas na bula e o prazo de 1 ano a contar da data de compra (BRASIL, 2000). Quanto ao descarte das embalagens de fertilizantes, não há lei que o regulamente, mas sabe-se que o risco do descarte inadequado, bem como o uso inadequado de fertilizantes, está relacionado à salinização do solo (SOBRAL et al., 2009). Assim, obteve nota 1 a família que queima as embalagens; obteve nota 2 a família que entrega as embalagens ao PIVAS para que sejam devolvidas aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridas; e obteve nota 3 a família que não usa agrotóxico e fertilizantes químicos no agroecossistema.

O resultado da medição dos indicadores que constituem o ISCQS está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade do Solo (ISCQS).

Agroecossistema	Fertilidade do solo	Matéria orgânica	Destino do lixo doméstico	Descarte de embalagens	Nota final
1	2,17	1,00	1,00	2,00	1,54
2	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00
3	2,33	2,00	3,00	2,00	2,33
4	2,00	1,00	1,00	2,00	1,50
5	2,17	2,00	1,00	2,00	1,79
6	2,17	2,00	3,00	3,00	2,54
7	2,33	1,00	1,00	2,00	1,58
8	2,67	2,00	3,00	2,00	2,42
9	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00
10	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00
11	2,17	1,00	1,00	2,00	1,54
12	2,17	2,00	3,00	2,00	2,29
13	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00
14	2,33	2,00	3,00	2,00	2,33
15	2,17	1,00	3,00	2,00	2,04
16	2,17	1,00	3,00	2,00	2,04
17	2,17	2,00	3,00	2,00	2,29
18	2,50	1,00	3,00	1,00	1,88
19	2,67	1,00	3,00	2,00	2,17
20	2,33	2,00	3,00	2,00	2,33
21	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00

Elaboração: A autora (2017).

Com relação ao indicador fertilidade do solo, a média das notas dos agroecossistemas em monocultivo foi de 2,24, enquanto a média dos agroecossistemas em consórcio foi de 2,18, ambas representando bons níveis de sustentabilidade. Para ajudar na interpretação dos dados desse indicador, foram considerados dados de uma análise do solo da área de reserva legal (RL6 – ver Figura 3) do PIVAS feita em 06/08/2013 e disponibilizada pelo Laboratório de Análise de Solo e Água do IFPB campus Sousa. Foi feita uma comparação entre os solos dos agroecossistemas e o solo da reserva legal, através do uso dos parâmetros utilizados para o indicador fertilidade do solo (pH, P, K, Ca, Mg e CTC). Os resultados da análise de solo da reserva legal indicam: pH=6,3; P=99mg dm⁻³; K=0,35 cmol_c dm⁻³; Ca=8,6 cmol_c dm⁻³; Mg=2,9 cmol_c dm⁻³; e CTC=14,1 cmol_c dm⁻³. Em comparação aos valores obtidos nas análises de solo dos agroecossistemas, foi verificada uma grande modificação no pH, que é ácido na RL e alcalino em todos os agroecossistemas; o P encontra-se em menor concentração em 19 agroecossistemas, quando comparado à concentração da RL; o K encontra-se em menor concentração em 18 agroecossistemas, quando comparado a RL; o Ca encontra-se em

concentrações inferiores a da RL em 16 agroecossistemas dos 21 analisados; em 12 agroecossistemas, o Mg encontra-se em menor concentração do que a verificada na RL; a CTC de 18 agroecossistemas encontra-se abaixo da CTC da RL. Através dessa comparação, podemos inferir um empobrecimento do solo com relação aos parâmetros supracitados, que pode ser devido às práticas de manejo equivocadas nas plantações dos lotes afetados. Os agroecossistemas 3 (monocultivo) e 15 (consórcio) foram os que mais se assemelharam a RL com relação às comparações feitas acima.

O indicador de matéria orgânica (MO) mostrou que 58,3% dos agroecossistemas em monocultivo de coqueiro apresentam baixas quantidades de matéria orgânica no solo, enquanto nos agroecossistemas em consórcio, esse valor aumentou para 66,6%. Nenhum agroecossistema obteve nota máxima, 13 deles apresentaram baixas concentrações de MO, enquanto 8 apresentaram concentrações médias. Segundo Vezzani e Mielniczuk (2009), muitos pesquisadores consideram a MO como o indicador ideal para avaliar a qualidade do solo, fundamentando-se em várias funções e processos biológicos, químicos e físicos que ocorrem no solo e estão relacionados, estritamente, com a presença de MO, a qual também seria muito eficiente para monitorar as mudanças da qualidade do solo ao longo tempo, acreditando que a maneira mais prática para aumentar a qualidade do solo seria promovendo o melhor manejo da sua MO. O manejo do solo, para fins de aumento da MO, poderia ser capaz de aumentar a sua produtividade e melhorar a qualidade ambiental, podendo, também, reduzir a severidade e os custos com fenômenos naturais, como seca e inundações.

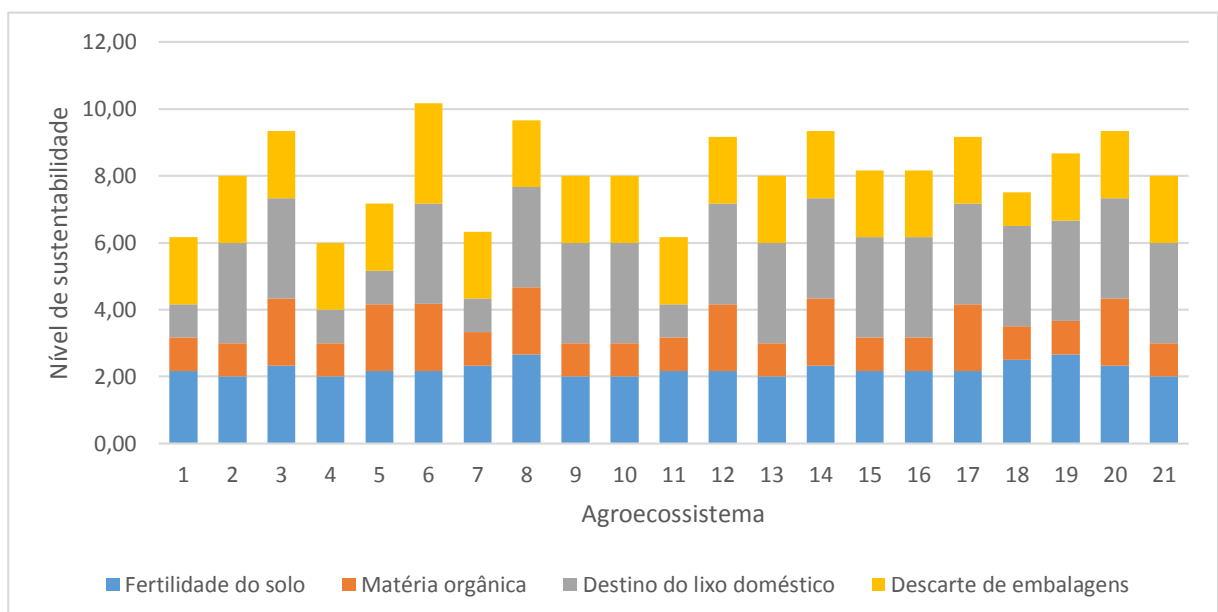
Quanto ao indicador destino do lixo doméstico, no monocultivo foi verificado que 83,3% das famílias descartam no local determinado pelo PIVAS (Figura 18), no consórcio esse número caiu para 66,6%. Em pesquisa realizada no PIVAS no ano de 2011, Menino (2013), verificou que 84% dos agricultores enterravam ou queimavam seu lixo, enquanto 16% eliminavam de forma livre na área. A atuação do DPIVAS, ainda inexistente na ocasião da pesquisa citada anteriormente, disponibilizando uma área para depósito do lixo modificou positivamente o comportamento dos agricultores frente a essa atividade. Segundo o DPIVAS, a coleta do lixo é feita semanalmente. Com relação ao descarte de embalagens de agrotóxicos e fertilizantes, 100% dos agroecossistemas em consórcio entregavam as embalagens para que o PIVAS as descartassem corretamente. No monocultivo esse número caiu para 83,3%. De uma maneira geral, 19 dos 21 agroecossistemas estudados descartam corretamente suas embalagens, enquanto o agroecossistema 6 (monocultivo) não faz uso desses incrementos.

Figura 18 - Local destinado para depósito temporário do lixo doméstico dos agricultores familiares.



Fonte: A autora (2015).

A média do ISCQS dos agroecossistemas em consórcio foi de 1,96; para o monocultivo a média foi de 2,08. O Gráfico 3 mostra o resultado desse indicador para todos Segundo Menino (2013, p.30), dentre os conceitos de qualidade do solo propostos nas últimas Gráfico 3 - Níveis de sustentabilidade do ISCQS para todos os agroecossistemas estudados.



Elaboração: A autora (2017).

décadas, o melhor, a define como sendo a sua capacidade de manter a produtividade biológica e a qualidade ambiental. A qualidade do solo pode ser entendida como sinônimo de saúde do solo, onde é preciso que o solo mantenha a capacidade de sustentar a produtividade biológica e, também, mantenha o equilíbrio ambiental do agroecossistema. Relacionando a avaliação da qualidade do solo com a sustentabilidade do agroecossistemas, torna-se primordial realizar avaliações periódicas a fim de verificar o estado do mesmo. São propostas duas formas para a avaliação da sustentabilidade de um sistema agrícola: avaliação comparativa e avaliação dinâmica. Na avaliação comparativa, o nível de sustentabilidade é verificado num período de tempo específico. Na avaliação dinâmica, o nível de sustentabilidade é verificado ao longo do tempo. Ambos os métodos têm os mesmos objetivos: fornecer um panorama da estrutura do solo e verificar as mudanças em suas propriedades (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). A análise periódica do solo é fundamental para tomadas de decisão e para manutenção da integralidade desse recurso fundamental à vitalidade dos agroecossistemas.

d) Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade de Vida (ISCQV)

O ISCQV foi criado a partir das considerações feitas pelas famílias agricultoras sobre sua vida no campo. O conceito de qualidade de vida que inspirou esse indicador está fundamentado em Herculano (2000), para quem, essa é entendida enquanto um direito de cidadania, não como um conjunto de bens, confortos e serviços, mas, através das oportunidades efetivas das quais as pessoas dispõem para ser.

A difícil medida da qualidade de vida relaciona-se, segundo Herculano (2000), à resignação e ao consumismo. Dessa forma, existe um gradiente entre a pessoa que sente qualidade pelo que tem, por aceitar sem sofrimento a sua condição, e a pessoa que, ao contrário, sente qualidade no ato de consumir, de explorar, submetendo-se a grandes esforços laborais e a dedicar seu tempo em busca da realização das suas necessidades de consumo. Ela também defende que os indicadores de qualidade de vida devem ser mensurados sobretudo localmente, em microespaços homogêneos, sendo a ênfase no micro muito importante nas tomadas de decisão, pois na maioria das vezes a noção equivocada do que é qualidade de vida é eminentemente metropolitana, desconsiderando amenidades locais, deslocando a população em busca dela.

A composição do ISCQV é dada pelos indicadores: posse de veículo, estado de saúde, condições de moradia, eletrodomésticos e eletrônicos, acesso à serviços públicos e acesso à internet; todos eles relacionados à realidade local. As informações necessárias à sua mensuração foram obtidas através de entrevistas e de observações. Em seguida, estão

demonstrados os indicadores e a interpretação das respostas obtidas, a interpretação estará associada à normalização dos dados.

O indicador posse de veículo foi utilizado para mensurar a qualidade de vida dos agricultores dadas as dificuldades de transporte e acesso ao PIVAS. Apesar das condições de acesso através de estradas e rodovias serem razoáveis (considerando o período não-chuvoso) (Figura 19), não há transporte público na região, exceto o ônibus que leva os estudantes para a escola local. O estilo de vida dos agricultores é de intensa relação com a cidade (área urbana do município de Sousa), portanto necessitam de locomoção com muita frequência. Assim, a posse de veículo agrega qualidade de vida por proporcionar mais agilidade, garantia e conforto no deslocamento campo-cidade e vice-versa. A posse de veículo não se relaciona com o transporte da produção, a maioria dos agricultores usam outras vias para alcançar esse fim, mas se relaciona a dar oportunidades à família agricultora na realização das suas atividades. Dessa forma, para a normalização dos dados desse indicador, foi atribuída nota 1 ao agricultor que não possui veículo e nota 3 ao agricultor que possui veículo.

Figura 19 - Estrada local do PIVAS no Setor 6.



Fonte: A autora (2015).

Segundo Minayo (2000, p.14), qualidade de vida em saúde coloca sua centralidade na capacidade de viver sem doenças ou de superar as dificuldades dos estados ou condições de

morbidade, assim, o indicador estado de saúde procurou verificar a percepção de saúde do agricultor e sua família com relação a frequência em que adoecem no período de 1 ano. A interpretação e normalização dos dados foi feita da seguinte forma: nota 1 para os agricultores que adoecem com frequência, limitando o trabalho; nota 2 para os agricultores que adoecem poucas vezes, sem afetar o trabalho; nota 3 para os agricultores que raramente encontram-se doentes.

Condições de moradia foi um indicador mensurado a partir de observações acerca da estrutura física da residência dos agricultores, levando em consideração a relação área da casa/moradores e o estado de conservação geral do imóvel (piso, telhado, pintura, limpeza). Para a interpretação e normalização dos dados foi atribuída nota 1 para condições ruins de moradia; nota 2 para condições razoáveis de moradia; e nota 3 para boas condições de moradia. Condições ruins de moradia foram verificadas nos casos em que a quantidade de pessoas era grande em relação aos cômodos, adicionado a imóvel com conservação precária. Condições razoáveis foram aquelas onde a relação tamanho da casa e moradores era insuficiente ou as condições do imóvel eram precárias. Com boas condições de moradia, a casa comportava bem os moradores e seu estado de conservação era bom.

O indicador eletrodomésticos e eletrônicos procurou verificar a posse de aparelhos que ajudam nas atividades domésticas do dia-a-dia da família e que facilitam a comunicação social: geladeira, fogão, máquina de lavar, TV, DVD, aparelho de som, computador, notebook e antena parabólica. A avaliação foi feita atribuindo nota 1 para a ausência e nota 3 para a presença de cada um dos aparelhos na residência, em seguida foi feita a média aritmética desses resultados. Os resultados desse indicador podem ser vistos na Tabela 7.

Tabela 7 - Indicador eletrodoméstico e eletrônico.

Agroecossistema	TV	Som	DVD	Geladeira	Fogão	Máquina de lavar	Comput.	Notebook	Antena
1	3	3	1	3	3	1	1	3	3
2	3	1	1	3	3	1	1	1	3
3	3	3	3	3	3	1	3	1	3
4	3	1	1	3	3	3	1	1	3
5	3	3	3	3	3	1	1	1	1
6	3	3	1	3	3	1	1	1	1
7	3	3	1	3	3	1	1	1	3
8	3	3	3	3	3	3	1	1	1
9	3	3	1	3	3	3	3	3	3
10	3	3	3	3	3	3	1	1	3
11	3	3	3	3	3	3	1	3	3
12	3	3	3	3	3	1	3	1	3

13	3	3	1	3	3	1	1	1	3
14	3	3	1	3	3	1	1	1	1
15	3	3	1	3	3	1	1	1	1
16	3	1	1	3	3	3	1	1	3
17	3	3	1	3	3	3	1	1	3
18	3	3	1	3	3	3	1	1	3
19	3	3	3	3	3	1	1	1	3
20	3	1	1	3	3	3	1	3	3
21	3	3	1	3	3	3	1	1	3

Elaboração: A autora (2017).

O indicador acesso a serviços públicos avaliou a facilidade de acesso que a família agricultora tem à escola, posto de saúde, transporte público, médicos, visita de agentes de saúde nas residências, dentistas e hospitais. Cada um desses serviços foi avaliado com nota 1 para acesso ruim; nota 2 para acesso razoável; nota 3 para bom acesso. Em seguida foi feita média aritmética de todos os resultados obtidos. A avaliação feita pelos agricultores para esse indicador pode ser verificada na Tabela 8.

Tabela 8 - Indicador acesso à serviços públicos.

Acesso aos serviços/Agroecossistemas	Escola			Posto			Transporte			Médicos			Agentes			Dentistas			Hospital		
	RU	RA	BO	RU	RA	BO	RU	RA	BO	RU	RA	BO	RU	RA	BO	RU	RA	BO	RU	RA	BO
1			3	1			1			1			2			1			1		
2			3			3	1				3			3	1						3
3			3			3	1			1			2			2					3
4			3	1				2		1			2			2			1		
5			3			3		2		1					3	2					3
6		2			2			2		1			1			2					3
7			3	1			1			2			2					3			3
8			3		2		1			2					3			3			3
9		2				3	1				3				3	2					3
10			3			3	1				3		2			2					3
11	1			1			1			1			2			1			1		
12		2				3	1				3			3		2					3
13			3		2		1			1			1			1					3
14			3			3	1				3			3				3			3
15			3	1				2		1			2					3			3
16		2		1			1			1			2			1			1		
17		2		1			1			1			2			1			1		
18		2				3	1				3	1						3			3
19			3		2		1			2					3			3			3
20			3		2		1			2			2			2					3
21		2				3	1				3				3	2					3

Elaboração: A autora (2017).

Elaboração: A autora (2017). Legenda: RU = ruim; RA = razoável; BO = bom.

O indicador acesso à internet está relacionado à facilitação da comunicação social e à inclusão no mundo digital. Foi atribuída nota 1 para as residências que não têm acesso à internet e nota 3 para as que têm.

Com relação à posse de veículo, 75% dos agricultores que cultivam em monocultivo o possuíam, enquanto no consórcio esse número subiu para 88,8%. Pode parecer contraditório, num estudo de sustentabilidade, a posse de veículos ser considerada sustentável, porém, no contexto desses agricultores, a dinâmica da família está muito relacionada com atividades na zona urbana de Sousa e quando os agricultores foram questionados sobre a qualidade do transporte público no PIVAS (pergunta integrante do indicador acesso à serviços públicos), 81,8% deles responderam que era ruim.

Quanto à percepção do seu estado de saúde, os agricultores do monocultivo disseram, perfazendo 83,3%, que raramente encontram-se doentes, os agricultores de consórcio, em sua totalidade, disseram que raramente adoecem. Dessa forma, foi encontrada nesses agricultores, uma expectativa de vida saudável, não havendo morbidade ou incapacidade em realizar os trabalhos cotidianos e suas demais atividades. Segundo Camargos e Gonzaga (2015), quando uma pessoa consegue manter sua autonomia e integrar-se socialmente, mesmo na presença de doenças, a sua percepção de saúde influencia em sua qualidade de vida e estado de felicidade.

Com relação às condições de moradia, 66,6% dos agricultores do monocultivo apresentavam boas condições de moradia, no consórcio esse número subiu para 88,8%. A moradia é uma circunstância material dos determinantes de saúde na população, tendo impacto direto no bem-estar. De certa forma, os resultados desse indicador acompanharam os resultados do indicador percepção do estado de saúde. No PIVAS, as casas dos agricultores, em sua totalidade, são de alvenaria, têm teto com telhas de cerâmica, apresentam piso em cimento queimado (algumas têm piso de cerâmica) e possuem banheiros ligados à fossa séptica. Considera-se que, ao menos, essas casas estavam em melhor nível estrutural do que outras encontradas, principalmente, nos assentamentos da região, onde as paredes são feitas em taipa ou de papelão, o piso é de terra batida e não há nenhum tipo de esgotamento sanitário. Segundo Osório (2017), um lugar adequado para viver é direito de todo cidadão, e entende-se por adequado, uma moradia segura e confortável, em um ambiente saudável a capaz de promover e/ou melhorar a qualidade de vida dos moradores do seu entorno, na comunidade.

Quanto à posse de aparelhos eletroeletrônicos, a média das notas foi de 2,33 para o consórcio e 2,22 para o monocultivo. Observou-se que os agricultores obtiveram médias acima de 2, ou seja, acima de condições razoáveis de sustentabilidade. Em sua totalidade, eles

possuíam televisão, geladeira e fogão à gás; os itens menos presentes nas residências dos agricultores foram computador e notebook, com 13,6% e 18,2% respectivamente. Esses bens duráveis também estão relacionados ao melhoramento das condições de moradia, sendo importantes para a saúde e ao acesso à informação. A aquisição desses aparelhos associa-se diretamente com a eletrificação rural, a qual está associada à facilitação do desenvolvimento socioeconômico das pessoas e comunidades do meio rural, principalmente, quando acompanhada de ações nas áreas de educação e saúde, podendo ser promotora de mudanças sociais e do bem-estar da população, não apenas possibilitando o uso de eletrodomésticos e aparelhos de comunicação, mas ampliando as possibilidades de emprego, estudo e lazer; quanto à saúde, permitindo a instalação de postos médicos, hospitais, laboratórios; quanto à educação, permitindo o emprego de métodos audiovisuais e uso de informática. No início de 2003, cerca de 2 milhões de domicílios rurais brasileiros não eram atendidos por rede elétrica (80% do total nacional da exclusão elétrica), ou seja, 10 milhões de brasileiros não eram atendidos por esse serviço e, em sua grande maioria (90%), esses brasileiros eram agricultores familiares (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA, 2011).

Quanto ao acesso aos serviços públicos, a média das notas foi de 2,09 para monocultivo e 2,03 para consórcio. Dos serviços avaliados pelos agricultores, o transporte público teve a pior avaliação, 81,8% deles responderam que era ruim; com relação à escola (Figura 20), 57,1% a consideraram boa; 66,6% disseram que os serviços prestados pelo posto de saúde são de razoável a bom; enquanto 76,2% dos agricultores classificaram o atendimento dado pelo hospital da cidade de Sousa como bom. A disponibilidade da prestação desses serviços e a sua qualidade são fundamentais para que o agricultor permaneça no campo desenvolvendo suas atividades com a prática agrícola.

Figura 20 - Escola local que atende as crianças dos agricultores do PIVAS.



Fonte: A autora (2015).

Com relação ao acesso à internet, 83,3% das famílias do monocultivo não tinham acesso à essa tecnologia, enquanto no consórcio esse número caiu para 55%. A internet tem um aspecto associado ao lazer e à comunicação social e, na maioria das vezes, é utilizada através de aparelhos celulares. A popularização da internet potencializa o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), as quais podem contribuir para o aumento da produtividade através da gestão da produção e da propriedade rural; da disseminação de informações referentes ao setor agrícola; acesso a resultados de pesquisa na área. Contudo, para que isso aconteça, a informação deve ser transformada em conhecimento. O acesso à internet, incipiente no PIVAS, e ao computador, pouco frequente nas residências, são condições necessárias ao produtor rural que quer usufruir dos benefícios de uso das TIC aplicadas ao campo (MENDES; BUAINAIN; FISIABEN, 2013).

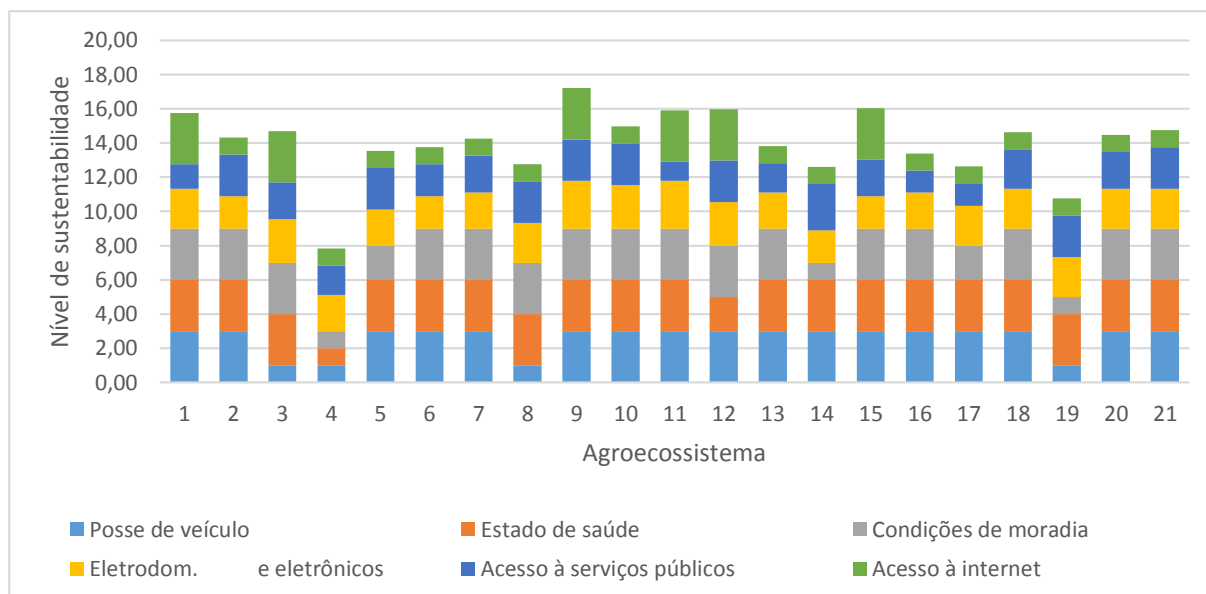
Com relação às notas finais do ISCQV, a média dos agroecossistemas em consórcio foi de 2,61, enquanto a média do monocultivo foi de 2,40. O agroecossistema 4 obteve a menor nota final 1,37 (monocultivo), enquanto a nota máxima de 2,84 foi do agroecossistema 9 (consórcio). As notas dos demais agroecossistemas ficaram entre os valores de 1,95 e 2,80 e podem ser verificadas na Tabela 9. O resultado geral do ISCQV está representado no Gráfico 4.

Tabela 9 - Indicador de Sustentabilidade Composto Qualidade de Vida (ISCQV).

Agroecossistema	Posse de veículo	Estado de saúde	Condições de moradia	Eletrodom. e eletrônicos	Acesso à serviços públicos	Acesso à internet	Nota final
1	3,00	3,00	3,00	2,33	1,43	3,00	2,55
2	3,00	3,00	3,00	1,89	2,43	1,00	2,66
3	1,00	3,00	3,00	2,56	2,14	3,00	2,34
4	1,00	1,00	1,00	2,11	1,71	1,00	1,37
5	3,00	3,00	2,00	2,11	2,43	1,00	2,51
6	3,00	3,00	3,00	1,89	1,86	1,00	2,55
7	3,00	3,00	3,00	2,11	2,14	1,00	2,65
8	1,00	3,00	3,00	2,33	2,43	1,00	2,35
9	3,00	3,00	3,00	2,78	2,43	3,00	2,84
10	3,00	3,00	3,00	2,56	2,43	1,00	2,80
11	3,00	3,00	3,00	2,78	1,14	3,00	2,58
12	3,00	2,00	3,00	2,56	2,43	3,00	2,60
13	3,00	3,00	3,00	2,11	1,71	1,00	2,57
14	3,00	3,00	1,00	1,89	2,71	1,00	2,32
15	3,00	3,00	3,00	1,89	2,14	3,00	2,61
16	3,00	3,00	3,00	2,11	1,29	1,00	2,48
17	3,00	3,00	2,00	2,33	1,29	1,00	2,32
18	3,00	3,00	3,00	2,33	2,29	1,00	2,72
19	1,00	3,00	1,00	2,33	2,43	1,00	1,95
20	3,00	3,00	3,00	2,33	2,14	1,00	2,70
21	3,00	3,00	3,00	2,33	2,43	1,00	2,75

Elaboração: A autora (2017).

Gráfico 4 - Níveis de sustentabilidade do ISCQV para todos os agroecossistemas estudados.



Elaboração: A autora (2017).

e) Indicador de Sustentabilidade Composto de Atividades Laborais (ISCAL)

Esse indicador composto buscou identificar, dentro do contexto dos agroecossistemas estudados, as relações entre os agricultores e o seu trabalho nas plantações. De uma forma geral, todos os agricultores gerenciam a sua produção e são a maior força de trabalho, estando na posição de patrões de si mesmos.

O indicador necessidade de mão de obra verificou se a quantidade de pessoas da família agricultora é suficiente para realização de todas as atividades do agroecossistema. A contratação de mão de obra não foi vista como um problema para a família que precisa, mas as famílias que não têm essa necessidade são vistas como mais sustentáveis, já que não precisam destinar parte de sua renda para esse serviço. Assim foi atribuída nota 1 aos agricultores que contratam mão de obra e nota 3 aos que não contratam.

Os indicadores filiação à associações e filiação à sindicatos procuraram verificar a participação e atuação das famílias em busca da defesa de seus interesses e direitos, bem como no desenvolvimento das atividades do PIVAS. Para ambos os indicadores, a nota 1 foi dada aos agricultores que não são filiados e a nota 3 aos que são filiados.

O indicador interesse dos filhos nas atividades dos pais está relacionado à continuidade do trabalho agrícola nas próximas gerações da família estudada. Foi atribuída nota 1 aos filhos que não têm intenção em continuar as atividades dos pais e nota 3 aos filhos que têm interesse em manter as atividades dos pais. O indicador interesse dos pais sobre os

filhos darem continuidade às suas atividades também está relacionado à continuidade do trabalho no campo na família estudada. Aos pais que disseram que não haver interesse na manutenção das atividades no campo pelos filhos, foi atribuída nota 1; enquanto aos pais que têm a intenção de manter os filhos no campo, foi atribuída nota 3.

O indicador ajuda dos filhos nas atividades dos pais relaciona-se à autossuficiência da família em realizar as suas atividades, bem como à continuidade das atividades da família no campo. Foi dada nota 1 para os agricultores que não recebem ajuda dos filhos nas atividades do campo; e nota 3 para os que recebem.

O indicador assistência técnica procurou identificar se as famílias recebem assistência técnica do PIVAS ou outro órgão/entidade. Receberam nota 1, os agroecossistemas que não recebem assistência técnica e nota 3 os que recebem.

O indicador jornada de trabalho foi utilizado para mensurar a quantidade de horas trabalhadas pela família agricultora. As famílias que trabalham até 8h por dia receberam nota 3, enquanto que as famílias que trabalham mais do que 8h por dia, receberam nota 1.

Os resultados do ISCAL podem ser vistos na Tabela 10.

Tabela 10 - Indicador de Sustentabilidade Composto Atividades Laborais (ISCAL).

Agroecossistema	Necessidade de mão de obra	Filiação à associação	Filiação à sindicato	Interesse dos filhos nas atividades dos pais	Interesse dos pais em que os filhos permaneçam no campo	Ajuda dos filhos nas atividades rurais	Assistência técnica	Jornada de trabalho	Nota final
1	3	3	1	1	1	3	3	1	2,00
2	3	3	3	3	3	1	3	3	2,75
3	3	3	1	3	3	3	1	1	2,25
4	3	3	3	1	1	1	3	1	2,00
5	3	3	3	3	3	3	3	1	2,75
6	3	3	3	1	3	1	1	3	2,25
7	3	1	1	1	1	1	1	3	1,50
8	3	3	3	1	1	1	1	3	2,00
9	3	1	1	1	1	1	1	3	1,50
10	1	3	3	3	1	3	3	3	2,50
11	3	3	3	3	3	3	1	3	2,75
12	3	3	3	3	1	3	1	3	2,50
13	3	1	1	1	1	3	1	3	1,75
14	3	1	1	3	3	3	3	1	2,25
15	3	3	3	3	3	3	1	1	2,50
16	3	3	3	3	3	1	3	3	2,75

17	1	3	1	3	3	3	3	3	2,50
18	1	1	1	3	1	3	1	3	1,75
19	3	1	1	*	*	*	3	1	1,80
20	3	3	1	*	*	*	1	1	1,80
21	3	1	3	1	3	1	1	3	2,00

Elaboração: A autora (2017). *Famílias que não têm filhos.

Para o indicador necessidade de mão de obra, 100% dos agricultores do consórcio não a contratavam, enquanto no monocultivo, esse número caiu para 75%. A contratação de mais força de trabalho esteve presente em uma pequena parcela das famílias agricultoras e não diminuiu a importância do seu trabalho no campo e, de um modo geral, ocorreu nos períodos de colheita dos frutos, quando as atividades precisavam ser feitas de modo imperativo, para que fosse mantido o ritmo da produção e a comercialização do produto. De acordo com Camargo e Oliveira (2010), a contratação de mão-de-obra pelos agricultores familiares não representa uma atitude capitalista para aumento da produção, mas uma destinação do rendimento do produtor que não consegue, através da sua família, toda força de trabalho demandada pelos pomares. Dessa forma, a força de trabalho da família é fundamental para a capitalização da agricultura familiar e a reprodução dessa atividade.

Quanto à filiação às associações, 66,6% dos agricultores do monocultivo e do consórcio estavam filiados. Associações representam e defendem os interesses dos associados, prestando serviços, viabilizando assistência técnica, cultural e educativa. Uma associação legalmente registrada dá voz aos seus associados perante à sociedade, favorecendo-os com a possibilidade de escolhas mais conscientes e incentivando-os a buscar suas necessidades, interesses e objetivos comuns (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2011).

Quanto à filiação aos sindicatos, 55% do consórcio são filiados e 55% do monocultivo estavam filiados. Sindicatos representam os direitos e interesses individuais e coletivos das classes de trabalho (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2011). Para os trabalhadores rurais, o sindicato tem grande importância para aposentadoria, pois é esta entidade que, atualmente, certifica a atividade do agricultor, através de declarações.

Quanto ao interesse dos filhos nas atividades dos pais, 72,7% dos filhos dos agricultores do monocultivo tinham interesse em continuar as atividades dos pais na agricultura, no consórcio esse número caiu para 62,5%. Quanto ao interesse dos pais sobre os filhos darem continuidade ao trabalho na agricultura, 54,5% dos agricultores em monocultivo tinham esse desejo, enquanto no consórcio 50% tinham esse interesse. Quando esses indicadores são comparados, observa-se que o interesse dos filhos nas atividades dos pais é maior do que o interesse dos pais em que os filhos mantenham as atividades na agricultura. O

desprezo dedicado à agricultura está associado à qualidade de vida no trabalho do campo e às oportunidades de emprego e estudo em outras localidades (SARTRE, 2009). A variável climática é imperativa no semiárido e gera forte instabilidade financeira aos agricultores, mesmo estando inseridos num perímetro de irrigação, dessa forma, os agricultores apresentaram-se satisfeitos quando os filhos optaram por estudar ou trabalhar em outra área.

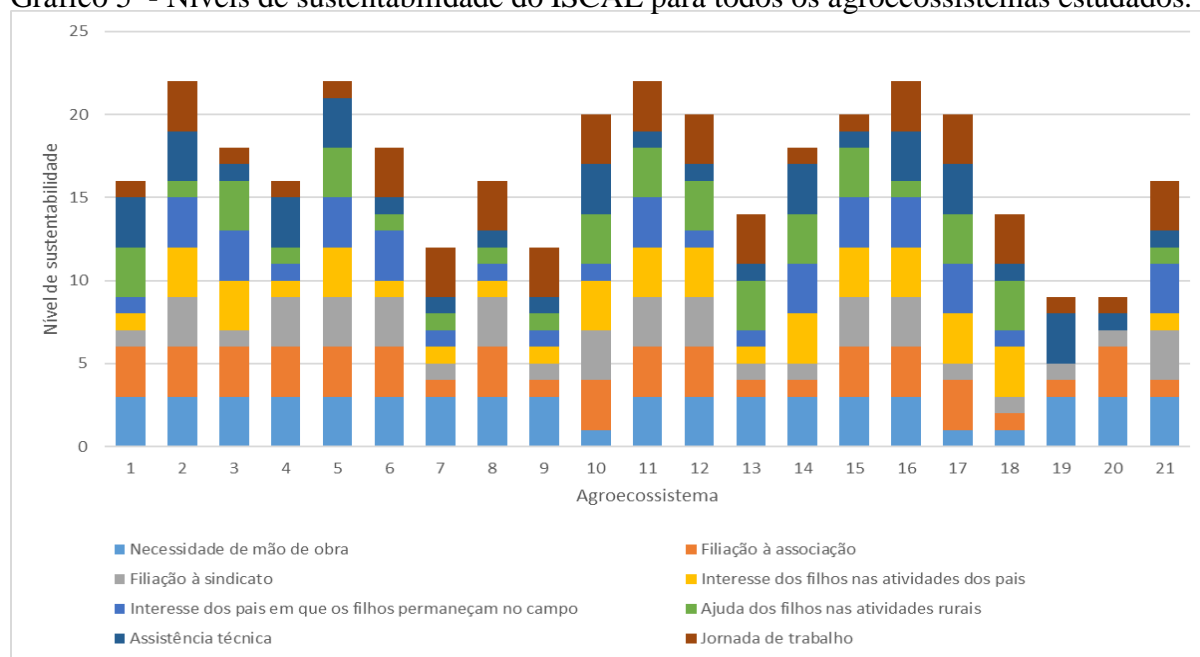
Quanto a ajuda dos filhos nas atividades rurais, no monocultivo 54,5% ajudavam, no consórcio esse número aumentou para 62,5%. A ajuda dos filhos diminui a necessidade de contratação de mão de obra, mas ainda assim, o fato das famílias estarem menores, faz com que a demanda de trabalhos no campo não seja suprida apenas por ela.

Quanto à assistência técnica, 58,3% dos agricultores do consórcio recebiam assistência na ocasião da pesquisa, enquanto no consórcio apenas 22,2% recebiam.

Com relação à jornada de trabalho, no monocultivo, 33,4% trabalhavam mais de 8 horas diárias, no consórcio esse número aumentou para 44,5%. Além dessa sobrecarga de trabalho, Barth et al. (2016) comentam que raramente os trabalhadores rurais gozam de períodos de férias, não havendo períodos mais longos de descanso durante o ano.

A menor nota final recebida foi 1,50 pelos agroecossistemas 7 (monocultivo) e 9 (consórcio); a maior nota final foi 2,75 e ela foi conseguida pelos agroecossistemas 2 e 16 (monocultivo) 5 e 11 (consórcio). O Gráfico 5 ilustra as notas finais de cada um dos agroecossistemas estudados.

Gráfico 5 - Níveis de sustentabilidade do ISCAL para todos os agroecossistemas estudados.



Elaboração: A autora (2017).

f) Indicador de Sustentabilidade Composto Condições Econômicas (ISCCE)

A composição do ISCCE incluiu os indicadores de frequência de perdas na produção, criação de animais, comercialização da produção, determinação do preço dos produtos, crédito agrícola, fonte extra de recursos, contabilidade da produção e produção dos pomares. Menino (2013), avaliou a vulnerabilidade econômica do PIVAS e assegurou a viabilidade da atividade agrícola através das produções alcançadas pelos lotes no ano de 2011, ano considerado chuvoso para a região e de produtividade considerada dentro do esperado no PIVAS (ver Gráfico 6 referente ao volume dos reservatórios).

Para o indicador frequência de perdas na produção foi atribuída nota 1 aos agroecossistemas que passaram por muitas perdas (4 perdas ao longo do ano); nota 2 aos que perderam poucas vezes (entre 2 ou 3 ao longo do ano); e nota 3 aos que raramente tiveram perdas (1 perda por ano). Segundo os agricultores, essas as perdas foram decorrentes da seca e da consequente dificuldade em irrigar adequadamente as plantações, afetando o desenvolvimento dos frutos e desfavorecendo sua comercialização; as pragas não acarretam perdas significativas na produção. A classificação do número de perdas relacionou-se à quantidade que foi citada pelos próprios agricultores durante a entrevista, assim sendo esse número variou entre 1 e 4 perdas ao longo do ano.

O indicador criação de animais procurou identificar quais agroecossistemas apresentam animais de criação, bem como qual a diversidade desses animais. Foram registrados nos agroecossistemas, ovelhas, galinhas, porcos, gansos, guinés, vacas e burros. Cada um desses animais foi avaliado segundo sua ausência/presença nos agroecossistemas, através das notas 1 e 3 respectivamente, ao final foi feita uma média aritmética (Tabela 11), que foi utilizada para mensuração desse indicador. A importância dessa verificação é decorrente dos animais servirem como suporte financeiro no período de entressafra, urgências e na própria alimentação da família.

Tabela 1 - Notas do indicador criação de animais.

Agroecossistema	Ovelha	Galinha	Porco	Ganso	Guiné	Vaca	Burro	Média
1	1	1	1	1	1	1	1	1,00
2	3	3	3	3	3	1	1	2,43
3	3	3	1	1	3	3	1	2,14
4	1	1	1	1	1	1	1	1,00
5	1	1	1	1	1	1	1	1,00
6	1	1	1	1	1	1	1	1,00
7	1	1	1	1	1	1	1	1,00
8	1	1	1	1	1	1	1	1,00

9	1	3	1	1	1	1	1	1,29
10	3	1	1	1	1	3	1	1,57
11	1	3	1	1	1	1	1	1,29
12	1	3	1	1	1	1	1	1,29
13	1	1	1	1	1	3	1	1,29
14	1	1	1	1	1	1	1	1,00
15	1	3	1	1	1	1	1	1,29
16	1	1	1	1	1	1	3	1,29
17	1	1	1	1	1	1	1	1,00
18	1	3	1	1	1	1	1	1,29
19	1	1	1	1	1	1	1	1,00
20	1	1	1	1	1	1	1	1,00
21	1	1	1	1	1	1	1	1,00

Elaboração: A autora (2017).

O indicador comercialização da produção procurou identificar se as famílias agricultoras comercializam seus produtos direta e/ou indiretamente. Dessa forma foi dada nota 1 aos agricultores que comercializam a totalidade da produção com atravessadores e nota 3 para os agricultores que comercializam em feiras livres e com atravessadores, simultaneamente. Os agricultores do consórcio comercializavam o coqueiro e a banana da mesma forma, ou seja, ou apenas através do atravessador ou simultaneamente com atravessador e na feira livre. Quando a família entrega sua produção ao atravessador, esse processo retira uma parcela da sua renda (NASCIMENTO et al., 2016).

Com o indicador determinação do preço buscou-se verificar a autonomia que a família tem em precificar o seu produto. Os parâmetros e notas desses indicadores foram: o atravessador determina o preço, nota 1; o mercado determina o preço, nota 2; o agricultor determina o preço, nota 3.

O indicador crédito agrícola é visto de forma positiva pelo seu apoio ao desenvolvimento das atividades da agricultura familiar. Sendo assim, a nota 1 foi atribuída aos agricultores que não receberam recursos para desenvolver suas atividades; a nota 3 foi atribuída aos agricultores que receberam.

O indicador fonte extra de recursos procurou verificar a existência de outras fontes de renda, que não a proveniente da agricultura. Recebeu nota 1, a família que não tem fontes extras de recursos; e recebeu nota 3, a família que tem.

A contabilidade da produção foi o indicador que procurou identificar como o agricultor organiza as suas receitas e gastos. Foi atribuída nota 1 aos agricultores que não

fazem nenhum tipo de contabilidade; nota 2 para os que fazem pequenas anotações; e nota 3 aos que fazem anotações e arquivam notas fiscais e recibos de compra e venda.

O indicador produção do coqueiral buscou quantificar a produção de cocos no período da colheita. Na data desse estudo, no PIVAS, a cada 40 dias ocorria colheita de frutos para comercialização. Segundo Michereff Filho (2008), o coqueiro-anão produz entre 150 e 250 frutos/planta/ano; e em 1 hectare de terra há cerca de 200 plantas. Considerando que um coqueiro produza minimamente 150 frutos em 365 dias, ao fim de 1 ano, o coqueiral produz 30.000 frutos/ha. Considerando a produção máxima do coqueiro, ele fornece 250 frutos em 365 dias, assim, ao fim de 1 ano, a produção máxima seria de 50.000 frutos/ha. No tocante à interpretação desses dados, como todos os agroecossistemas obtiveram produção anual inferior ao mínimo esperado, todos receberam nota 1.

O indicador produção do bananal foi aplicado ao consórcio. O rendimento da bananeira em áreas de grande produção alcança cerca de 25 toneladas/ha (NOMURA et al., 2013). No PIVAS, a produção anual dos lotes foi de aproximadamente 1,2 tonelada/ha. Dessa forma, todos os agroecossistemas receberam nota 1 devido a baixíssima produção.

Todos os indicadores e suas respectivas notas podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 2 - Indicador de Sustentabilidade Composto Condições Econômicas (ISCCE).

Agroecossistema	Frequência de perdas na produção	Criação de animais	Comercialização da produção	Determinação do preço	Crédito agrícola	Fonte extra de recursos	Contabilidade da produção	Produção do coqueiral	Produção do bananal	Nota final
1	2,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,67
2	2,00	2,43	3,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	*	2,18
3	2,00	2,14	1,00	2,00	1,00	3,00	3,00	1,00	*	1,89
4	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	*	1,50
5	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	1,00	1,00	2,11
6	2,00	1,00	1,00	2,00	3,00	1,00	3,00	1,00	*	1,75
7	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	3,00	2,00	1,00	*	1,63
8	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11
9	1,00	1,29	1,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,59
10	1,00	1,57	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	*	1,45
11	2,00	1,29	1,00	1,00	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,70
12	1,00	1,29	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	*	1,41
13	2,00	1,29	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,48
14	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00	1,00	3,00	1,00	*	1,88

15	2,00	1,29	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,48
16	2,00	1,29	3,00	1,50	1,00	3,00	1,00	1,00	*	1,72
17	2,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	*	1,63
18	2,00	1,29	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	*	1,29
19	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	1,00	*	2,13
20	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,78
21	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,78

Elaboração: A autora (2017) *agroecossistemas em monocultivo

Quando perguntados sobre a frequência de perdas na produção (Figura 21), 44,4% dos agroecossistemas em consórcio tiveram 2 ou 3 perdas ao longo do ano; contrastando com 58,3% dos agroecossistemas em monocultivo na mesma situação. A seca diminuiu drasticamente a produção ao longo dos anos, principalmente em 2015 (ver Gráficos 8 e 9 sobre a produção de coco-anão verde e banana em Sousa ao longo da seca), com um pequeno aumento de produção em 2016. Nesse período, alguns agricultores do PIVAS e quase a totalidade dos agricultores do Perímetro Irrigado de São Gonçalo perderam completamente os seus pomares.

Figura 21 - Perdas na produção do coco-da-baía decorrentes da falta d'água.



Fonte: A autora (2015).

Quanto à criação de animais, 83,3% do monocultivo não possui animais, no consórcio esse número subiu para 100%. Para os agricultores, os animais criados na propriedade funcionam como uma poupança para ser usada em períodos de escassez e necessidades financeiras, não sendo criados com a finalidade de comercialização periódica, ainda assim, poucos entrevistados mantêm animais na propriedade, a grande maioria concentra-se nas atividades dos pomares (Figura 22).

Figura 22 - Criação de animais em lote de monocultivo.



Fonte: A autora (2015).

Com relação à comercialização da produção, 83,3% e 88,8% dos lotes em monocultivo e consórcio, respectivamente, comercializavam a produção, em sua totalidade, com atravessadores. Em 2011, Menino (2013), verificou que 37% dos agricultores familiares do PIVAS vendiam seus produtos por meio de atravessadores. Embora haja organização e participação dos agricultores em associações, essas não parecem atuar na comercialização dos produtos, as quais, segundo Bezerra e Schlindwein (2017), poderiam se tornar excelentes alternativas para obtenção de ganhos.

O preço de venda do produto era determinado pelo próprio mercado, de acordo com a relação de oferta e demanda, em 66,6% do consórcio e 75% do monocultivo. Dessa forma,

apesar da maioria da produção ser direcionada aos atravessadores, havia poder de negociação para precificação.

Quanto ao crédito agrícola, 66,6% dos agricultores do monocultivo o possuíam, no consórcio esse número aumentou para 88,8%. Poucos agricultores trabalhavam apenas com recursos próprios, no entanto, o crédito agrícola é visto como incentivador da agricultura familiar e, diante da situação emergencial de seca, estava ajudando os agricultores a manterem suas atividades diante da diminuição a produtividade do lote. De acordo com Souza et al. (2011), a insuficiência de recursos financeiros é comum dentre os agricultores familiares, os quais são condenados à incapacidade de custeio da produção agrícola e investimento na propriedade, não conseguindo, portanto, elevar seus ganhos, o que, por sua vez, também impede a possibilidade de novos investimentos, tornando-se um círculo vicioso, que pode ser quebrado através da concessão de crédito.

Quanto à fonte extra de recursos, 58,3% e 55,5%, do monocultivo e consórcio, respectivamente, a possuíam, sendo proveniente da bolsa família ou de rendas de aposentadoria, raramente vinda de vínculos empregatícios em outras atividades. De acordo com Bezerra e Schlindwein (2017), a obtenção de renda fora da propriedade é uma realidade bastante comum e antiga na agricultura familiar brasileira, fazendo-se importante, para complementação da renda e diminuição do vínculo da família com os recursos governamentais.

A contabilidade da produção não era feita por 58,3% e 66,6% do monocultivo e consórcio, respectivamente. Dada a importância da organização financeira na vida pessoal e das empresas de um modo geral, uma atividade com finalidade agrícola que acontece em meio a variáveis que não são controláveis, comportando-se, portanto, como imprevisíveis, tal qual ocorre no PIVAS, dadas as condições climáticas da região, tem seu risco aumentado, podendo resultar em graves prejuízos aos agricultores, assim, requer atenção especial para o registro de dados dos gastos e receitas dos lotes.

Com relação à produção do coqueiral, todos os agroecossistemas estudados apresentaram produção inferior ao esperado, portanto todos receberam nota 1 para este indicador. O Gráfico 6 mostra a situação do volume dos reservatórios da região Nordeste nos meses de dezembro entre os anos 2011 e 2016, e o Gráfico 7 mostra o volume dos reservatórios do Estado da Paraíba nos meses de outubro no período de 2012 a 2017. Menino (2013), em estudo no ano de 2011 no PIVAS, observou que a água estava assegurada para as atividades agrícolas e consumo animal, sem racionamento e sem cuidados quanto ao uso eficiente desse recurso natural. Contudo, como observado nos gráficos supracitados

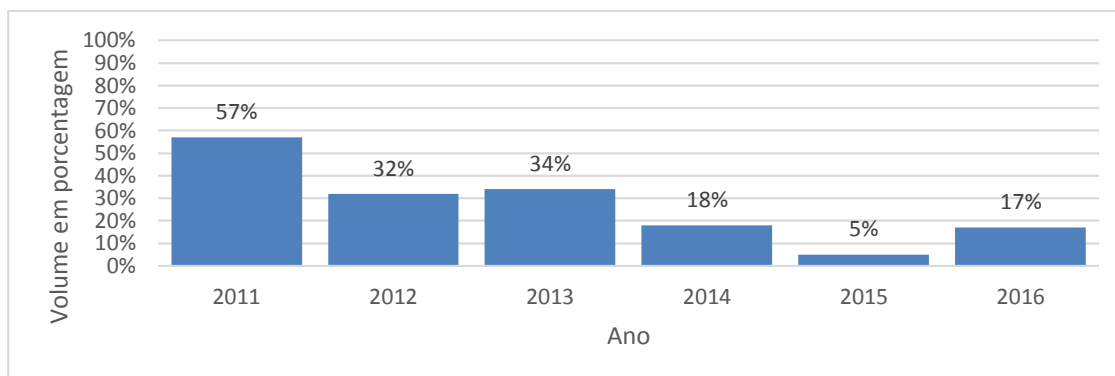
(especialmente o Gráfico 7), é vista uma queda progressiva no volume de água dos reservatórios. O Gráfico 8 mostra a produção de coco-anão verde, nesse mesmo período, no município de Sousa, onde encontra-se o PIVAS. O fator mais limitante para a produção do coqueiro-anão é o estresse hídrico, o qual manifesta-se através do aborto de inflorescências e redução do número e tamanho dos frutos (LUNARDI, RABAIOLLI, 2003; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2017) e, comparando os gráficos de volume de água com a produtividade do coco-anão verde, é verificado que a queda do volume de água nos reservatórios está diretamente relacionada à queda da produção nessa região. Assim, os resultados da baixa produtividade no PIVAS no período dessa pesquisa relacionam-se diretamente à carência de água para irrigação, na verdade, a manutenção dos pomares só foi possível graças ao PIVAS (Figura 23), pois na ocasião do período de seca, os agricultores do perímetro irrigado de São Gonçalo, na mesma região, tiveram suas plantações devastadas pela falta d'água. Quando há água para irrigação plena, a região estudada é uma inestimável fonte produtora de alimento.

Figura 23 - Tentativa de obtenção de água com a finalidade de minimizar as perdas da produção.



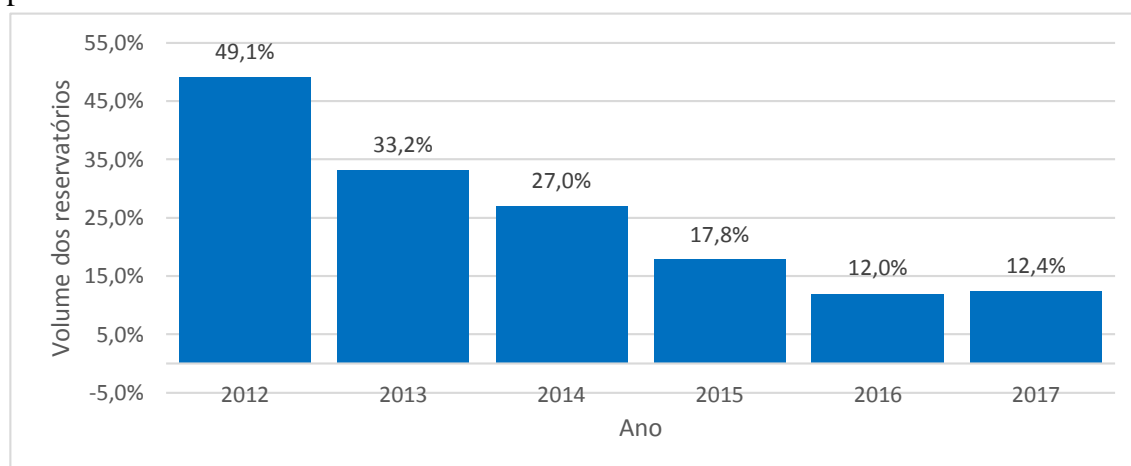
Fonte: A autora (2015).

Gráfico 6 - Volume dos reservatórios do Nordeste de 2011 a 2016.



Adaptado de: Informativo sobre a Estiagem no Nordeste - nº 104 31/01/2017.

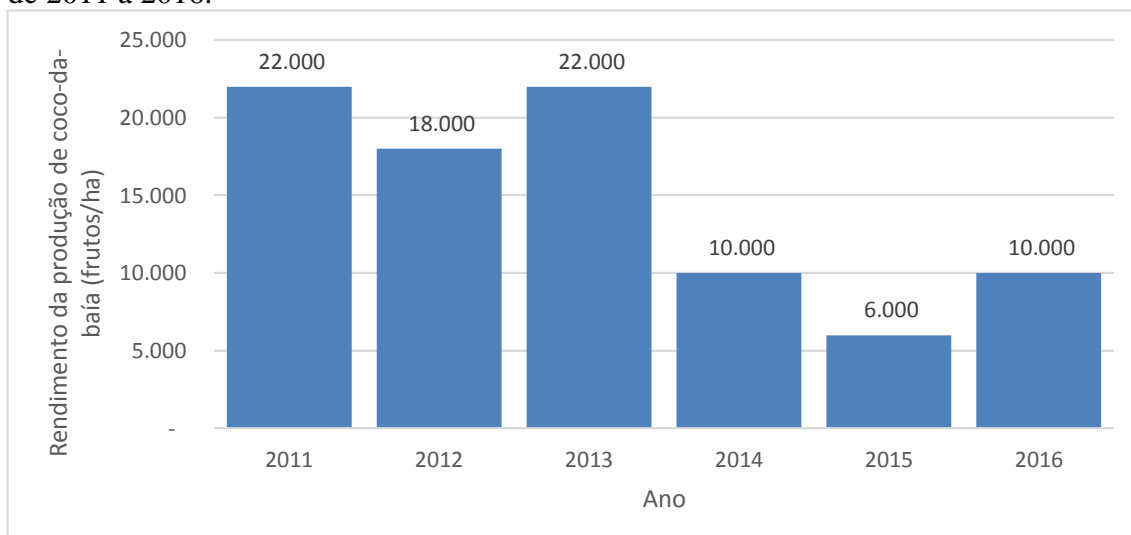
Gráfico 7 - Volume dos reservatórios do Estado da Paraíba nos meses de outubro no período de 2012 a 2017.



Adaptado de:

<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/acudesdosemiarido.aspx>

Gráfico 8 - Rendimento da produção de coco-da-baía no município de Sousa no período de 2011 a 2016.



A produtividade do bananal aquém do esperado (Gráfico 9) também está relacionada, principalmente, ao baixo suprimento de água. A bananeira é muito susceptível à seca, o déficit hídrico influencia negativamente nas características do fruto (massa, comprimento, diâmetro, relação polpa/casca), e na sua resistência ao despencamento (CASTRICINI et al., 2012). Deve-se salientar, também, que temperaturas mais elevadas aumentam a evapotranspiração, demandando mais água para irrigação, situação agravada em períodos de baixas precipitações (GONDIM et al., 2011).

Gráfico 9 - Rendimento da produção de banana no município de Sousa no período de 2011 a 2016.

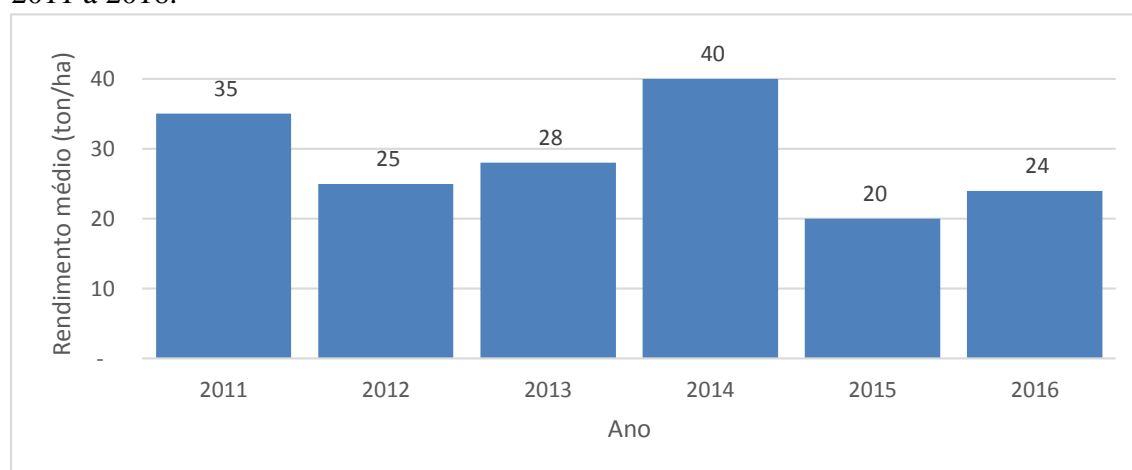
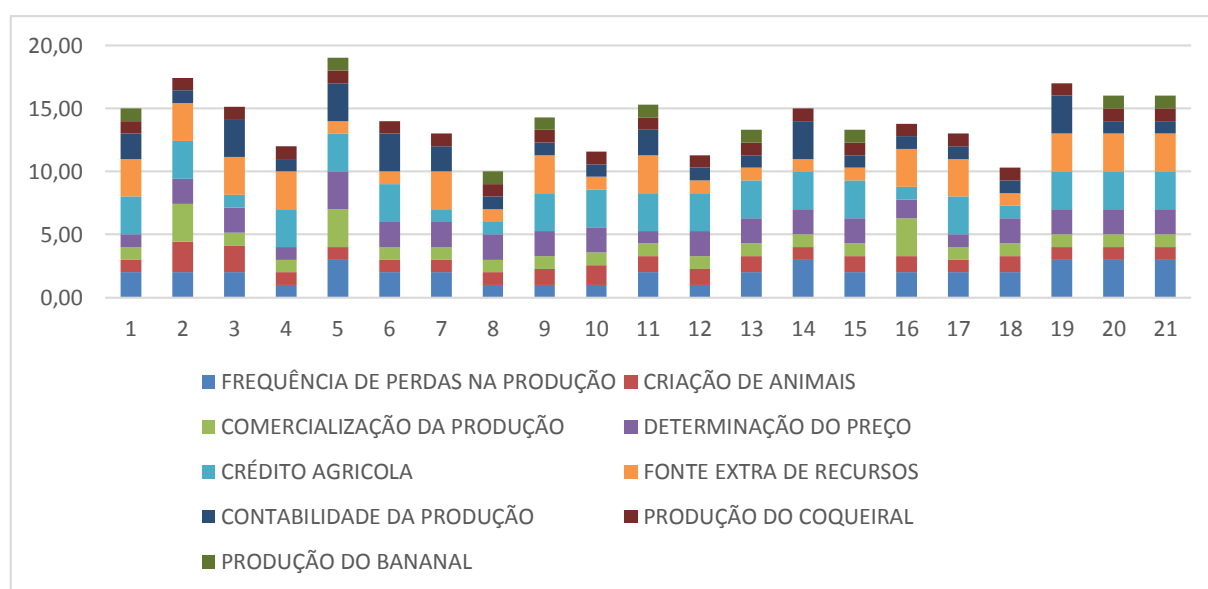


Gráfico 10 - Níveis de sustentabilidade do ISCCE para todos os agroecossistemas estudados. Elaboração: A autora (2017). Fonte de dados: IBGE.

O Gráfico 10 ilustra as notas finais do ISCCE de cada um dos agroecossistemas estudados. O ISCCE do monocultivo foi de 1,70, enquanto o ISCCE do consórcio foi de 1,63.



Elaboração: A autora (2017).

4.5 Apresentação integrada dos resultados

Essa seção refere-se à integração quantitativa dos resultados obtidos em todos os Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC), que promoveu a criação do Índice de Sustentabilidade Geral (ISG), através da média aritmética dos ISCs de cada um dos agroecossistemas.

A Tabela 13 mostra todos os agroecossistemas e seus ISGs, cujo resultado médio final foi 2,14. As médias dos ISGs do monocultivo e do consórcio foram calculadas separadamente a fim de individualizar os grupos explorados nessa pesquisa, dessa forma obteve-se as médias 2,14 e 2,13, respectivamente, as quais praticamente não evidenciam diferenças entre eles. Em vermelho estão destacadas notas menores ou iguais a 1,99 que representam uma condição de sustentabilidade não desejável; em verde, com nota 3, estão destacadas as situações que contribuem eficazmente com a sustentabilidade local. O menor ISG (1,64) foi do agroecossistema 4 e o maior ISG (2,43) foi do agroecossistema 2, ambos em monocultivo. A Tabela 13 também mostra a média aritmética dos resultados obtidos em cada ISC, formando o Indicador de Sustentabilidade Composto Geral (ISCG), assim temos um ISCG para Recursos Hídricos (ISCGRH); Manejo do Solo (ISCGMS); Qualidade do Solo (ISCGQS); Qualidade de Vida (ISCGQV); Atividades Laborais (ISCGAL); Condições Econômicas (ISCGCE). Os piores resultados do ISCGs estiveram relacionados aos Recursos Hídricos (1,99) e Condições Econômicas (1,67), ambos em situações que não contribuem com a sustentabilidade local (notas abaixo de 2) e corroboram a relação verificada entre o não atendimento da demanda hídrica integral das plantas e sua plena produtividade. O melhor resultado (2,49) relacionou-se à Qualidade de Vida, representando uma condição regular de sustentabilidade.

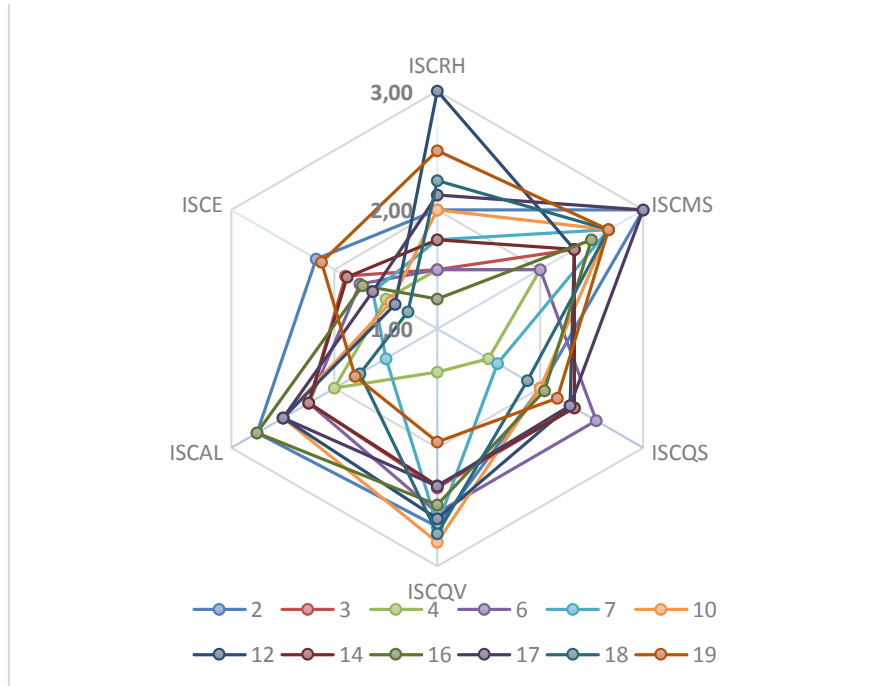
Tabela 3 - Resultado integrados dos Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC), Indicadores de Sustentabilidade Compostos Gerais (ISCG) e Índice de Sustentabilidade Geral (ISG).

AGROECOSSISTEMA	ISCRH	ISCMS	ISCQS	ISCQV	ISCAL	ISCCE	ISG
1	2,25	2,67	1,54	2,55	2,00	1,67	2,11
2	2,00	3,00	2,00	2,66	2,75	2,18	2,43
3	1,50	2,33	2,33	2,34	2,25	1,89	2,11
4	1,50	2,00	1,50	1,37	2,00	1,50	1,64
5	1,00	2,00	1,79	2,51	2,75	2,11	2,03
6	1,50	2,00	2,54	2,55	2,25	1,75	2,10
7	1,75	2,67	1,58	2,65	1,50	1,63	1,96
8	2,25	2,33	2,42	2,35	2,00	1,11	2,08
9	2,50	2,67	2,00	2,84	1,50	1,59	2,18
10	2,00	2,67	2,00	2,80	2,50	1,45	2,23
11	2,00	3,00	1,54	2,58	2,75	1,70	2,26
12	3,00	2,33	2,29	2,60	2,50	1,41	2,36
13	2,00	2,33	2,00	2,57	1,75	1,48	2,02
14	1,75	2,33	2,33	2,32	2,25	1,88	2,14
15	1,75	2,33	2,04	2,61	2,50	1,48	2,12
16	1,25	2,50	2,04	2,48	2,75	1,72	2,12
17	2,13	3,00	2,29	2,32	2,50	1,63	2,31
18	2,25	2,67	1,88	2,72	1,75	1,29	2,09
19	2,50	2,67	2,17	1,95	1,80	2,13	2,20
20	2,75	2,00	2,33	2,70	1,80	1,78	2,23
21	2,25	2,00	2,00	2,75	2,00	1,78	2,13
Ótimo	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
ISCG	1,99	2,45	2,03	2,49	2,18	1,67	2,14

Elaboração: A autora (2017).

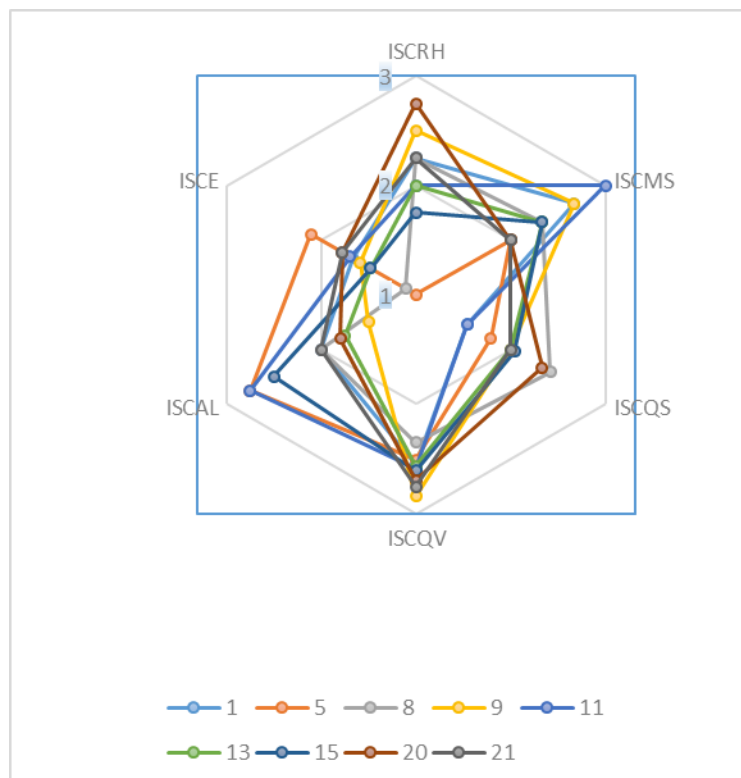
Os gráficos radiais foram elaborados separadamente para evidenciar os dois grupos explorados nessa pesquisa, dessa forma o Gráfico 11 mostra os resultados dos ISCs para os 12 agroecossistemas do monocultivo, já o Gráfico 12 mostra os resultados dos ISCs obtidos para os 9 agroecossistemas em consórcio. Observou-se grande similaridade entre esses resultados, a qual foi corroborada pela média dos ISGs do monocultivo (2,14) e consórcio (2,13).

Gráfico 11 - Valores dos ISCs dos agroecossistemas de monocultivo.



Elaboração: A Autora (2017)

Gráfico 12 - Valores dos ISCs dos agroecossistemas em consórcio.



Elaboração: A Autora (2017).

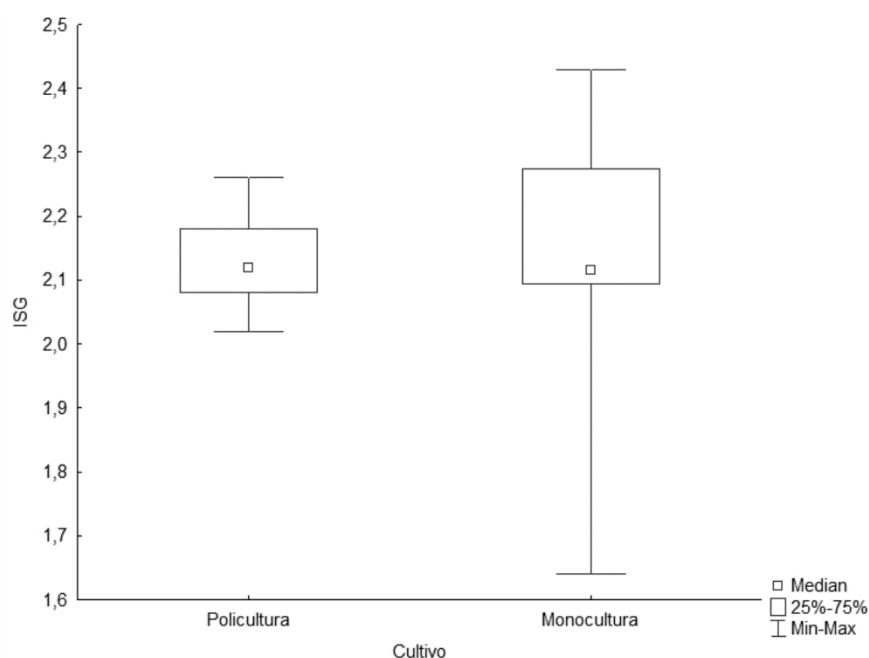
O teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney (Tabela 14) indicou que não houve diferenças significativas entre os dois métodos de cultivos a um $p < 0,05$ (Gráfico 11). Isso significa que o valor calculado foi maior ao valor crítico de distribuição ($U: 50$), e o desvio foi não significativo entre o Z_{calc} ($-0,284$) em relação ao $Z_{0,05}$ ($1,96$), concluindo, portanto, que não se deve rejeitar a hipótese nula (ausência de diferenças).

Tabela 4 - Teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney para postos gerais da variável método de cultivo. Valores destacados são significantes em $p < 0,05$.

Soma dos Ranks em Policultura	Soma dos Ranks em Monocultura	U	Z	P	Z ajustado	n Policultura	n Monocultura	P exato
95	136	50	-0,284	0,776	-0,285	9	12	0,808

Elaboração: A autora (2017).

Gráfico 13 - Teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney para médias gerais da variável método de cultivo. Valores destacados são significantes em $p < 0,05$.



Elaboração: A autora (2017).

5 CONCLUSÕES

Da avaliação da sustentabilidade das unidades de manejo familiares que produzem coco-anão verde em monocultivo e consórcio no perímetro irrigado das várzeas de Sousa-PB foi possível chegar às seguintes conclusões:

- 1) Para os dados analisados (2015) não houve diferenças significativas entre o monocultivo e o cultivo consorciado. A forte estiagem comprometeu a produção do coqueiro-anão em ambos os tipos de cultivo. Salienta-se que a produção do coqueiral foi mais afetada que a produção do bananal, isso se deve ao fato de que, ao menos nessa região, o coqueiro ser bem mais sensível à deficiência hídrica do que a bananeira (em 2013 o coqueiral produziu 22 mil cocos/ha e a bananeira 28 toneladas/ha, enquanto que em 2015, objeto da pesquisa, o coqueiro produziu apenas 6 mil cocos/ha e a bananeira 20 toneladas/ha);
- 2) Os pontos críticos que mais limitaram a sustentabilidade local estiveram relacionados com recursos hídricos e condições econômicas; enquanto os pontos críticos que mais fortaleceram a sustentabilidade estiveram relacionados à qualidade de vida;
- 3) Apesar dos resultados insatisfatórios encontrados nos ISCRH e ISCCE, os ISGs indicaram que a grande maioria dos agroecossistemas (exceto os agroecossistemas 4 e 7 do monocultivo) se comportam de modo regular ($ISG > 2,00$) quanto à sustentabilidade, ou seja, não contribuem negativamente nem contribuem de maneira eficaz. As situações de maior vulnerabilidade estão relacionadas aos indicadores de recursos hídricos e de condições econômicas; enquanto o manejo do solo e a qualidade de vida são os indicadores com melhores avaliações de sustentabilidade;
- 4) Sugere-se ausência de diferenças entre os cultivos, que pode ter sido decorrente das mesmas condições e oportunidades, com relação à infraestrutura do PIVAS, que os agricultores têm para concretizar seu trabalho com a produção agrícola, aliada à escassez de água para adequado suprimento dos pomares. A água dos perímetros irrigados é um insumo indispensável à produção agrícola efetiva, mas o planejamento ambiental e a viabilidade econômica são essenciais para a sustentabilidade de um projeto de irrigação, que, no caso do PIVAS, é questionada nos períodos de grande escassez, pois a dificuldade para acumulação de água gera níveis insatisfatórios de sua disponibilidade para irrigação, a qual não supre a demanda das plantações nem resolve o problema da sazonalidade;

- 5) Em períodos climáticos favoráveis, aspectos positivos relacionados à produção, geração de emprego e renda, diminuição da pobreza e fortalecimento das comunidades são verificados no PIVAS e são decorrentes da atividade normal do perímetro. Entretanto, as condições climáticas adversas da região restringem esses aspectos, em regiões semiáridas há alto risco na agricultura e baixo rendimento sem a irrigação. Assim, sem a utilização da água como insumo agrícola, não é possível alcançar as produtividades esperadas para os cultivos da região;
- 6) A fim de colaborar com a mitigação dos problemas encontrados nos agroecossistemas pesquisados, sugere-se a geração de novas formas de captação de água no PIVAS, bem como novas formas de comercialização dos produtos, sem intermediários. A periódica avaliação da qualidade do solo é sugerida para melhorar a forma de adubação dos pomares. Culturas mais viáveis, em casos de escassez de água, poderiam minimizar os problemas decorrentes dos períodos de estiagem.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em perspectiva**, v.11, n.2, 73-78, 1997.
- ABSON, D.J.; FRASER, E.D.G.; BENTON, T.G. Landscape diversity and resilience of agricultural returns: a portfolio analysis of land-use patterns and economic returns from lowland agriculture. **Agriculture & Food Security**, v.2., n.2, p.101-112, 2013.
- ACOSTA-ALBA, I.; WERF, H. M. G. VAN DER. The Use of Reference Values in Indicator-Based Methods for the Environmental Assessment of Agricultural Systems. **Sustainability**, v. 3, n. 12, p. 424-442, 2011.
- ALBÉ, M.Q. Alguns indicadores de sustentabilidade para os pequenos e médios produtores rurais do município de Jaquirana. **Revista Liberato**, v.3, n.3, p. 1-14, 2002.
- AGUIAR NETTO, A.O.; MACHADO, R.; VARGAS, M.A.M. Sustentabilidade do perímetro irrigado Jabiberi. **Revista Raíça**, n.12, p.153-159, 2006.
- ALMEIDA, O.A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura, 2010.
- ALTAFIN, I. **Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar**, 201?. Disponível em:< <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitotecniatecnologiadealimentosesocioeconomica716/antoniolazarosantana/conceito-de-agricultura-familiar.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2016.
- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- ANDREOLA, F; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.
- AQUINO, J.R.; LACERDA, M.A.D.; LIMA, J.R.F. Agricultura familiar no estado da Paraíba: uma análise a partir de tabulações especiais do censo agropecuário 2006. **Revista Economia**, v. 45, n. 4, p. 53-66, 2014.

ASTIER, M.; MASERA, O.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. **Evaluación de Sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional**. México: Mundi Prensa, 2008.

ASTIER, M. et al. Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010). **Ecology & Society**, v. 17, n. 3, 2012.

AQUINO, J. R. de; LACERDA, M. A. D. de; LIMA, J. R. F. de Agricultura familiar no Estado da Paraíba: uma análise a partir de tabulações especiais do censo agropecuário 2006. **Revista Econômica do Nordeste**, v.45, n.4, p.53-66, 2014.

BARONI, M. Ambiguidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, v.32. n.2. p.14-24, 1992.

BARTH, M. et al. Características do trabalho na agricultura familiar e sua influência na emigração dos jovens. **Illuminuras**, v.17, n.41, p.256-276, 2016.

BELLEN, H.M.V. **Indicadores de sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

BENASSI, A.C. et al. Caracterização biométrica de frutos de coqueiro, *Cocos nucifera* L. variedade anã-verde, em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.2, p.302-307, 2007.

BEZERRA, R. **Em meio a seca, DNOCS tenta se reerguer e manter funções**. 2017. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/em-meio-a-seca-dnocs-tenta-se-reerguer-e-manter-funcoes-1.1806744>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

BEZERRA, G.J; SCHLINDWEIN, M.M. Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil. **Interações**, v.18, n.1, p. 3-15, 2017.

BIN, H. et al. **The comprehensive evaluation on sustainable land management of mountain community**: a case study on Daka Village, Yunnan. 2004. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/CBA/535024>>. Acesso em: 31 jul. 2016.

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development**: theory, method, applications, a report to the Baloton Group. Winnipeg: IISD, 1999.

BRAGA, G.N.M. **O pH do Solo e a Disponibilidade de Nutrientes**. 2012a. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/01/o-ph-do-solo-e-disponibilidade-de.html>>. Acesso em: 31 mai. 2017.

_____. G.N.M. **Cátions Trocáveis e CTC's na Análise do Solo**. 2012b. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/06/cations-trocaveis-e-ctcs-na-analise-do.html>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 4.504 de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1964. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504.htm>. Acesso em 17 ago 2017.

_____. Congresso Nacional. Lei nº 9.974 de 6 de junho de 2000. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm#art5>. Acesso em: 15 jan. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 15 mai. 2017.

_____. Congresso Nacional. Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm>. Acesso em: 31 jul. 2016.

_____. Ministério da Integração Nacional (MIN). 2012. **Implantação do Perímetro de Irrigação Várzeas de Sousa**. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/projeto-varzeas-de-sousa-pb>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Agenda 21 global, 2014a**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

_____. Portal Brasil. **Acordos Globais**, 2014b. Disponível em:
<<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/01/acordos-globais>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística – princípios e aplicações**. São Paulo: Artmed, 2004.

CAMARGO, R.A.L.; OLIVEIRA, J.T.A. Relações de trabalho na agricultura familiar. O estudo de caso de um bairro rural no município de Ouro Fino-MG. *In*: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010, p.1-18.

CAMARGOS, M.C.S; GONZAGA, M.R. Viver mais e melhor? Estimativas de expectativa de vida saudável para a população brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v.31, n.7, p.1460-1472, 2015.

CAMELO, G. L. P.; CÂNDIDO, G. A. **Potencialidades e limitações dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi em Touros (RN)**. *Holos*, v.6, p.3-27, 2012.

CAMINO, R.; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura e los recursos naturales: bases para establecer indicadores**. San José: IICA, 1993.

CARVALHO, R.M.C.M.O. **Avaliação dos perímetros de irrigação na perspectiva da sustentabilidade da agricultura familiar no semiárido pernambucano**. 2009, 245f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

CASALINHO, H.D. **Avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas**. Tópicos para reflexões. 2010. Disponível em:
<<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/11/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Helvio-Curso-EMBRAPA-3.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2014.

CASTRICINI, A. et al. Caracterização pós-colheita de frutos de bananeira 'BRS Platina' de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1013-1021, 2012.

CHRISTEN, O. **Sustainable agriculture: history, concepts and consequences for research, education and extension**. *Berichte Uber Landwirtschaft* , v.74, p. 66-86, 1996
Disponível em: <<http://www.mendeley.com/catalog/sustainable-agriculture-history-concept-consequences-research-education-extension/>>. Acesso em: 24 ago. 2014.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

CORREIA, M.M.C. et al. Atributos Físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, p.311-324, 2003.

COSTA, A.A.V.M.R. Agricultura sustentável I: conceitos. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33. n.2, p.61-74, dez. 2010a.

_____. Agricultura sustentável III: indicadores. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33. n.2, dez. 2010b.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.61-74 2013.

DEPONTI, C.M.; CORDULA, E.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, 2002.

DNOCS inicia recuperação e modernização de Curema/Mãe d'Água. 2017. Disponível em: <<http://www2.dnocs.gov.br/gab-cs/3668-dnocs-inicia-recuperacao-e-modernizacao-do-curema-mae-agua>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

DISTRITO DO PERÍMETRO IRRIGADO DAS VÁRZEAS DE SOUSA. Governo da Paraíba. **Relatório anual de atividades**. Sousa, PB, 2014. 70 p.

FARIAS, A.E.M. **Os incomodados que resistem: contradições e territorialidades camponesas no Projeto de Irrigação Várzeas de Sousa na Paraíba**. 2010.132f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Univ. Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FEIDEN, A. Agroecologia: Introdução e conceitos. In: **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Distrito Federal. Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 61-69.

FERNANDES et al. Impacto causado pela seca sobre a produção de coco no perímetro irrigado de São Gonçalo Sousa-PB. **Cadernos de Agroecologia**, v.10, n.3, 2015.

FESTINGER, L.; KATZ, D. **A pesquisa na psicologia social**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1974.

FONTES, H.R; FERREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, L.A. **Sistema de Produção para a Cultura do Coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002.

FONTES, H.R; FERREIRA, J.M.S. **Produção integrada de coco**: Normas Técnicas Específicas e Documentos de Acompanhamento. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004.

FONTES, H.R; PASSOS, E.E.M. **Comportamento do coqueiro-anão verde irrigado consorciado com frutíferas na região dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Indicators for sustainable water resources development. In: **Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development**. Rome: 1997. Disponível em: <[http://www.fao.org/docrep/W4745E/w4745e0d.htm#indicators for sustainable water resources development](http://www.fao.org/docrep/W4745E/w4745e0d.htm#indicators%20for%20sustainable%20water%20resources%20development)>. Acesso em: 19 jul. 2014.

_____. **Ano internacional da agricultura familiar 2014**. Disponível em: <http://www.fao.org/family-farming-2014/pt/>. Acesso em: 19 jul. 2014.
fernande

GALVÁN-MIYOSHI, Y.; MASERA, O.; LOPÉZ-RIDAURA. Las evaluaciones de sustentabilidade. In: ASTIER, M.; MASERA, O.Y.Y.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. (coord). **Evaluación de sustentabilidad**. Un enfoque dinámico y multidimensional, 2008.

GAMEDA, S.; DUMANSKI, J.; ACTON, D. Farm level indicators of sustainable land management for the development of decision support systems. *In*: International workshop on geo-information for sustainable land management, 1997, Netherlands. **Anais...**

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLIESSMAN, S. R. 1985. **Multiple cropping systems**: A basis for developing an alternative agriculture. Pages 69–83. *In*: Innovative biological technologies for lesser developed countries—workshop proceedings. OTA, Washington, DC.

_____. **Agroecologia processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. **Indicadores físicos e químicos de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

GONDIM, R.S. et al. Impactos das mudanças climáticas na demanda de irrigação da bananeira na Bacia do Jaguaribe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.594-600, 2011.

HERCULANO, S.C. Qualidade de vida e seus indicadores. *In*: HERCULANO, S.C. et al. **Qualidade de vida e riscos ambientais**. Niterói: Eduff, 2000.

HOLANDA, J.S; ALVES, M.C.S.; CHAGAS, M.C.M. **Cultivo do coqueiro no Rio Grande do Norte**. Natal: EMPARN, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012.

_____. **Estatística da produção agrícola setembro de 2013**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.

_____. **Produção agrícola municipal 2012**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014.

_____. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016.

_____. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA. **Universalização de acesso e uso da energia elétrica no meio rural brasileiro: lições do Programa Luz para Todos**. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2011.

JACQUES, A.V.A. A queima de pastagens naturais – efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.177-181, 2003.

JALES et al. **Análise da sustentabilidade do perímetro irrigado Baixo Acaraú, no Estado do Ceará**. In: In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010, p.1-19.

LACERDA, C.S.; CÂNDIDO, G.A. **Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos**. In: Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

LEFF, E. Sustentabilidad y racionalidade ambiental: hacia “otro” programa de sociologia ambiental. **Revista Mexicana de Sociologia**, v.73, n.1, março, 2011.

LEFROY, R.; BECHSTEDT, D.B.; RAIS, M. Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Indonesia, Thailand and Vietnam. In: World Congress of Soil Science, 16, 1998, Montpellier, **Anais...**

LICHTENBERG, L.A., LICHTENBERG, P.S.F. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.29-36, 2011.

LUNARDI J., RABAIOLLI, J.A. Valorização e preservação dos recursos hídricos na busca pelo desenvolvimento rural sustentável. **Okara: Geografia em debate**, v.7, n.1, p.44-62, 2013.

MAIOR, M.M.S. et al. Estudo Comparativo entre Métodos de Avaliação da Sustentabilidade para Unidades Produtivas Agroecológicas. In: Encontro Nacional da Anppas, 6, 2012, Belém, **Anais...**

MALVEZZI, R. **Semiárido uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007.

MARTINS, M.F.; CÂNDIDO, G.A. Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. In: CÂNDIDO, G.A. **Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade**: formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande: UFCG, 2010.

MARTINS, C.R.; JESUS JÚNIOR, L.A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 212f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **El marco de Evaluación MESMIS**. México: GIRA-Mundi-Prensa, 2000.

MELO, A.A. **Paraíba em números 2013**. João Pessoa: Editora UFPB, 2013.

MENDES, C.I.C.; BUAINAIN, A.M.; FISIABEN, M.C.R. **Acesso ao computador e à internet na agricultura brasileira: uma análise a partir do Censo Agropecuário**. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 51, 2013, Belém, **Anais...**

MENINO, I.B. **Indicadores físicos, químicos e biológicos de vertissolos no Projeto de Irrigação Várzeas de Sousa e suas implicações econômicas, sociais e ambientais na região**. 2013, 134f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

MICHEREFF FILHO, M. et al. Adubação química, ataque do ácaro *Aceria guerreronis* e produtividade do coqueiro 'Anão-Verde'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.303-308, 2008.

MINAYO, M.C. Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. **Ciência & Saúde coletiva**, v.5, p.7-18, 2000.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo/RS**. 2002. 251f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MOURA, L.G.V; ALMEIDA, J.; MIGUEL, L.A. Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas: um pouco de pragmatismo. **Redes**, v. 9, n.2, p. 133 – 155, 2004.

MOURA, R. **País tem um quarto das cidades em emergência causada por seca ou chuva**. 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/08/1913593-pais-tem-23-das-cidades-em-situacao-de-emergencia-por-inundacoes-e-secas.shtml>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

MULLER, F.G; TISDELL, C. Biodiversity, conservation and sustainable development. Principles and practices with Asian Examples. **Ecological Economics**, v.35, n.2, p.305-305, 2000.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Conheça os 17 novos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU**, 2015. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em 05 jul. 2016.

NASCIMENTO, J.S. et al. Produção agropecuária, agregação de valor e comercialização pela agricultura familiar no Estado do Mato Grosso do Sul. **Redes**, v. 21, n.3, p.320-334, 2016.

NOMURA, E.S. et al. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo – Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.112-122, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. Introdução ao controle químico, 2011. Disponível em: < <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-cap6.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

PARAÍBA. Tribunal de Contas do Estado. Relatório de Auditoria Operacional nas Várzeas de Sousa. Paraíba, 2013, 52f.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, FC. Recursos hídricos, agricultura irrigada e Meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PEREIRA NETO, A.; MARQUES, R.L.M. **Polo de desenvolvimento integrado: Polo Alto Piranhas – Paraíba – Caracterização**. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irigacao/Docs/Documento%20Referencial%20do%20Polo%20Alto%20Piranhas.PDF>. Acesso em: 21 jul. 2014.

PICOLOTTO, E.L. Os Atores da construção da categoria agricultura familiar no Brasil. **RESR**, v.52, p.S063-S084, 2014.

PONTES, A.G.V. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Ciências e saúde coletiva**, v.18, n.11, p.3213-3222, 2013.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Os objetivos do desenvolvimento do milênio**, 201?. Disponível em:< <http://www.pnud.org.br/odm.aspx>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

RODRIGUES, E.T; CASALI, V.W. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p.125-128, 1999.

RONQUIM, R.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por satélite, 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Associações rurais: práticas associativas, características e formalização**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2011.

SILVA, J.G. O novo rural brasileiro. **Nova economia**, v.7, n.1, p.43-81, 1997.

_____. Velhos e novos mitos do rural brasileiro. **Estudos avançados**, v.15, n.43, p.37-50, 2001.

SILVA, C; SIMIONI, F.J; TALAMINI, E. Fatores determinantes da renda de famílias rurais do município de Paineiras – SC. **Teoria e Evidência Econômica**, n. 32, p. 35-54, 2009.

SILVA, P.C.G. et al. **Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos**. 2010. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/861906/caracterizacao-do-semiarido-brasileiro-fatores-naturais-e-humanos>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

SILVA, I.N. et al. Qualidade de água na irrigação. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.7, n.3, 2011.

SILVA, V. P.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, v. 18, n. 2, p. 313-328, 2014.

SILVA, A.R.A. et al. Establishment of young “dwarf green” coconut plants in soil affected by salts and under water deficit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.1-12, n.3, 2016.

SILVA, A.R.A. et al. Respostas fisiológicas de plantas de coqueiro-anão sob deficiência hídrica, em solos afetados por sais. **Revista Caatinga**, v.30, n.2, p.447-457, 2017.

SIQUEIRA, L.A.; ARAGÃO, W.M.; TUPINAMBÁ, E.A. **A introdução do coqueiro no Brasil**. Importância histórica e agronômica. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002.

SMYTH, A.J.; DUMANSKI, J. A framework for evaluating sustainable land management. **Canadian Journal of Soil Science**, v.75, 401-406, 1995.

SOBRAL, L.F. et al. Coqueiro-anão verde. In: CRISÓSTOMO, L.A.; NAUMOV, A. **Fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

SOBRAL, L.F. **Árvore do conhecimento – Coco**. 2015. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000gjcw8r9n02wx5ok05vadr15n8txye.html>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

SOUZA, P.M. et al. Agricultura familiar versus agricultura não-familiar: uma análise das diferenças nos financiamentos concedidos no período de 1999 a 2009. **Revista Econômica do Nordeste**, v.42, n.1, p.105-124, 2011.

SOUZA, G.F., SOUZA, R.K.; CARNEIRO, R.N. A agricultura familiar e a pluriatividade no perímetro irrigado de Pau dos Ferros-RN. **GEO Temas**, v.3, n.1, p.125-136, 2013.

TEIXEIRA, L.A.J et al. Adubação com NPK em coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) - Atributos químicos do solo e nutrição da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, 2005.

THIRY-CHERQUES, H.R. Saturação em pesquisa qualitativa: estimativa empírica de dimensionamento. **PMKT**, v.3, p. 20-27, 2009.

VEIGA, J.E. **A face rural do desenvolvimento**: natureza, território e agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

VEIGA, J.E. **A encruzilhada estratégica do Brasil rural**. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2001.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento Sustentável**: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul.** 2008.193f. Tese (Doutorado em Ciências), Univ. Federal de Pelotas, Pelotas. 2008.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. UMA VISÃO SOBRE QUALIDADE DO SOLO. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n.33, p.743-755, 2009.

WANDERLEY, M.N. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade. **Estudos Sociedade e Agricultura**, n. 21, 2003.

_____. O Campesinato Brasileiro: uma história de resistência. **RESR**, v.52, supl.1, p.S063-S084, 2014.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO E ÁGUA
Rua Presidente Tancredo Neves s/n Bairro Jardim Sorrilândia
Sousa-PB CEP 58.805.029 Fone: 0x83 556 1029/522 2727



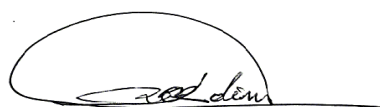
Proprietário: ISABELLE DA C. WANDERLEY ALENCAR	Propriedade: PIVAS	Localidade: Várzeas de Sousa
Município: Sousa	Estado: PB	Data Entrada: 26/05/2015
		Data de Saída: 26/06/2015

Análise Química e de Fertilidade

Lab. N°	Amostra	Prof. cm	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	CTC	V %	MO g kg ⁻¹	PST %	Cultura
6226	Setor 6 Lote 5	0-20	7,8	167	0,32	0,25	5,8	2,5	0,0	0,0	8,9	8,9	100	25,43	3	Coqueiro
6227	Setor 6 Lote 11	0-20	7,7	7	0,17	0,33	5,8	3,1	0,0	0,0	9,4	9,4	100	8,16	3	Coqueiro
6228	Setor 6 Lote 12	0-20	7,5	13	0,17	0,09	3,2	2,1	0,0	0,0	5,6	5,6	100	8,73	2	Coqueiro
6229	Setor 6 Lote 17	0-20	7,3	68	0,35	0,88	9,6	5,8	0,0	0,0	16,6	16,6	100	26,19	5	Coqueiro
6230	Setor 6 Lote 22	0-20	9,6	214	0,46	8,67	2,2	0,7	0,0	0,0	12,0	12,0	100	9,49	72	Coqueiro
6231	Setor 7 Lote 2	0-20	8,4	29	0,46	0,23	5,8	3,9	0,0	0,0	10,4	10,4	100	9,49	2	Coqueiro
6232	Setor 7 Lote 3	0-20	7,9	10	0,31	0,83	10,8	7,5	0,0	0,0	19,4	19,4	100	24,68	4	Coqueiro
6233	Setor 7 Lote 4	0-20	8,5	89	0,22	0,50	9,8	2,9	0,0	0,0	13,4	13,4	100	9,30	4	Coqueiro
6234	Setor 6 Lote 7	0-20	8,0	81	0,29	0,32	5,6	2,1	0,0	0,0	8,3	8,3	100	23,16	4	Coqueiro
6235	Setor 7 Lote 22	0-20	8,0	11	0,25	0,81	7,0	4,3	0,0	0,0	12,4	12,4	100	7,78	7	Coqueiro
6236	Setor 7 Lote 25	0-20	9,3	39	0,25	1,67	6,0	3,1	0,0	0,0	11,0	11,0	100	5,70	15	Coqueiro
6237	Setor 7 Lote 28	0-20	8,4	7	0,21	1,29	12,0	6,7	0,0	0,0	20,2	20,2	100	21,64	6	Coqueiro
6238	Setor 7 Lote 46	0-20	8,6	22	0,33	0,88	6,6	2,5	0,0	0,0	10,3	10,3	100	23,16	9	Coqueiro
6239	Setor 7 Lote 47	0-20	7,9	27	0,26	0,25	3,4	1,7	0,0	0,0	5,6	5,6	100	6,83	4	Coqueiro
6240	Setor 7 Lote 48	0-20	7,6	8	0,25	0,11	3,8	1,9	0,0	0,0	6,1	6,1	100	9,11	2	Coqueiro
6241	Setor 7 Lote 63	0-20	8,0	10	0,21	0,30	4,2	1,9	0,0	0,0	6,6	6,6	100	9,11	5	Coqueiro
6242	Setor 7 Lote 66	0-20	8,1	29	0,28	1,70	4,0	1,5	0,0	0,0	7,5	7,5	100	24,30	23	Coqueiro
6243	Setor 7 Lote 67	0-20	8,2	38	0,23	0,33	4,8	1,9	0,0	0,0	7,3	7,3	100	9,87	5	Coqueiro
6244	Setor 7 Lote 69	0-20	8,2	20	0,28	0,05	3,4	0,8	0,0	0,0	4,5	4,5	100	9,68	1	Coqueiro
6245	Setor 7 Lote 70	0-20	7,9	14	0,19	0,08	3,0	1,3	0,0	0,0	4,6	4,6	100	7,97	2	Coqueiro
6246	Setor 7 Lote 82	0-20	8,0	12	0,34	0,38	9,8	3,3	0,0	0,0	13,8	13,8	100	25,06	3	Coqueiro

P, K, Na: Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca⁺²+Mg⁺²+K⁺+Na⁺; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC=SB+H⁺+Al⁺³; M.O.:

Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável.



Engº Agrônomo M.Sc. Manejo de Solo
CREA-PI 952D Reg. Nac. 190199884-3



João Jones da Silva
Graduado em Ciências Agrárias - Matrícula SIAPE Nº 18242979

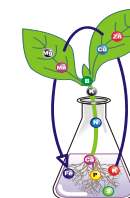
NÍVEIS DE FERTILIDADE PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Determinações	Unidade	Classificações					
		Baixo	Médio	Alto	Muito Alto		
Fósforo (P)	mg dm ⁻³	0 - 10	11 - 20	21 - 40	> 40		
Potássio (K ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0 – 0,11	0,12 – 0,23	0,24 – 0,46	> 0,46		
Cálcio (Ca ⁺²)	cmol _c dm ⁻³	0 – 1,5	1,6 – 4,0	> 4,0	-		
Magnésio (Mg ⁺²)	cmol _c dm ⁻³	0 – 0,5	0,6 – 1,0	> 1,0	-		
Alumínio (Al ⁺³)	cmol _c dm ⁻³	0 – 0,5	0,6 – 1,0	> 1,0	-		
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	cmol _c dm ⁻³	< 5,1	5,2 – 10,4	> 10,4	-		
Matéria Orgânica (MO)	g kg ⁻¹	0 – 15	16 – 30	> 30	-		
Soma de Bases (SB)	cmol _c dm ⁻³	< 3,0	3,0 – 6,0	6,1 – 12,0	> 12,0		
Saturação por Bases (V)	%	< 50	51 - 70	71 - 90	> 90		
Saturação por Sódio (PST)	%	Sem problemas	Pouco prejudicial	Prejudicial	Muito prejudicial		
		0 - 7	7,1 - 15	15,1 - 22	> 22		
pH em água (1:2,5)	Acidez		Neutralidade	Alcalinidade			
	Alta	Média		Baixa	Média	Alta	
	< 5,0	5,1 – 5,9	6,0 – 6,9	7,0	Baixa	Média	Alta
					7,1 – 7,4	7,5 – 7,9	> 7,9

Fonte: Lourival F. Cavalcante, 2000; J. B. Tomé Jr, 1997; EMATER-Paraná, 1995; UFC, 1983.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO E ÁGUA
 Rua Presidente Tancredo Neves s/n Bairro Jardim Sorrilândia
 Sousa-PB CEP 58.805.029 Fone: 0x83 556 1029/522 2727



Proprietário: MANOEL ALVES DE FREITAS	Propriedade: Área Reserva Legal	Localidade: PIVAS
Município: Aparecida	Estado: PB	Data Entrada: 06/08/2013
		Data de Saída: 09/08/2013

Análise Química e de Fertilidade

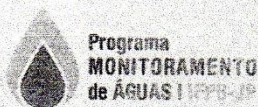
Lab. Nº	Amostra	Prof. cm	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	CTC	V %	MO g kg ⁻¹	PST %	Cultura
5199	RL 6	0-20	6,3	99	0,35	0,10	8,6	2,9	0,0	2,1	12,0	14,1	85	-	< 1	*** **
5200	RL 8	0-20	7,5	163	2,67	0,58	7,8	3,5	0,0	0,0	14,6	14,6	100	-	4	*** **

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca⁺²+Mg⁺²+K⁺+Na⁺; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC=SB+H⁺+Al⁺³; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável.

Miguel Wanderley de Andrade
 Engº Agrônomo M. Sc. Fitotecnia

CREA-CE 8884-D

ANEXO B – Análise de água



FUNDAÇÃO DE APOIO AO IFPB
ÁREA DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA MONITORAMENTO DE ÁGUA
LABORATÓRIO DE ÁGUAS
REGISTRO 0233 CRQ 19ª REGIÃO



João Pessoa, 22 de Maio de 2015.

REMETENTE: Isabelle da Costa Wanderley Alencar	RESPONSÁVEL: Isabelle da Costa
ENDEREÇO: - Nº -	CIDADE: Souza - PB
BAIRRO: Zona Rural	TELEFONE: 8802-5429 RAMAL
NATUREZA DA AMOSTRA: Reservatório (In Natura)	PONTO DE COLETA: Reservatório de PIVAS
COLETOR: Isabelle da Costa Wanderley Alencar	
DATA DA COLETA: 20/05/2015	HORA DA COLETA: 08h45min
DATA DA ENTRADA EM LABORATORIO: 20/05/2015	HORA DA ENTRADA EM LABORATORIO: 15h00min
TIPO DE ANÁLISE: Físico-Químico	NÚMERO: 099/2015

PARÂMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA QUE UMA ÁGUA SEJA CONSIDERADA POTÁVEL
Aspecto "In Natura"	-	Turva	Límpida
Sabor	-	Não Objetável	Não Objetável
Odor, a frio	-	Não Objetável	-
Odor, a quente.	-	Não Objetável	-
Temperatura	(°C)	Ambiente	-
Cor (Pt/Co)	mg/L ou UH	20,0	15 (Port. Nº 2914-MS)
Turbidez	mg/L ou UT	6,4	5 (Port. Nº 2914-MS)
pH	-	7,83	6,0 a 9,5 (Port. Nº 2914-MS)
Condutividade Elétrica (25 ° C)	µS/cm	235,3	-
Alcalinidade Total (CaCO ₃)	mg/L	99,55	-
Acidez Total	mg/L	15,68	-
Acidez Carbônica	mg/L	15,68	-
Acidez Residual, Orgânica ou Mineral	mg/L	0,0	-
Dureza Total	mg/L	100,0	500 (Port. Nº 2914-MS)
Dureza de Cálcio	mg/L	30,0	-
Dureza de Magnésio	mg/L	70,0	-
Cloretos (Cl)	mg/L	36,91	250 (Port. Nº 2914-MS)
Cloro Livre	mg/L	0,0	0,2 a 2,0 mg/l (Port. 2914-MS)

Metodologia:

- Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater

Legislação:

- Água para consumo humano - Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011.

Conclusão:

De acordo com os resultados dos parâmetros acima analisados esta água apresenta restrição quanto a sua potabilidade. Devido seu alto valor de COR, alto valor de TURBIDEZ e ausência de CLORO LIVRE.

Os resultados contidos nesse laudo têm significação restrita e referem-se exclusivamente a amostra analisada.

Químico Responsável:

GERALDO JUVITO DE FREITAS
CRQ 19200250 – 19ª Região

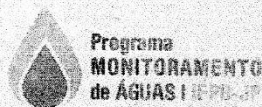
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA.

Avenida 1º de maio, 720 – Jaguaribe.

CEP: 58415000 – João Pessoa - PB.

Telefones: (83) 3612-1363 – 8793-1694 – 9611-1660

E-mail: lab.aguas@ifpb.edu.br



FUNDAÇÃO DE APOIO AO IFPB
ÁREA DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA MONITORAMENTO DE ÁGUA
LABORATÓRIO DE ÁGUAS
REGISTRO 0233 CRQ 19ª REGIÃO



João Pessoa, 25 de Maio de 2015.

Remetente: Isabelle da Costa Wanderley Alencar	RESPONSÁVEL: Isabelle da Costa W. Alencar
ENDEREÇO: -	Nº 170
BAIRRO: Zona Rural	CIDADE: Souza - PB
NATUREZA DA AMOSTRA: In Natura	TELEFONE: 8602-5422
COLETOR: Isabelle da Costa Wanderley Alencar	RAMAL
DATA DA COLETA: 20/05/2015	PONTO DE COLETA: Reservatório do PIVAS
DATA DA ENTRADA EM LABORATORIO: 20/05/2015	HORA DA COLETA: 08h45min
TIPO DE ANÁLISE: BACTERIOLÓGICA	HORA DA ENTRADA EM LABORATORIO: 15h00min
	NÚMERO: 150/2015

ESTIMATIVA DA DENSIDADE DE BACTÉRIAS

Técnica dos Tubos Múltiplos

PARÂMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA QUE UMA ÁGUA SEJA CONSIDERADA POTÁVEL
<i>Coliformes Totais</i>	<i>100 ml</i>	<i>350,0 nmp</i>	<i>Ausente em 100 ml da amostra</i>
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	<i>100 ml</i>	<i>350,0 nmp</i>	<i>Ausente em 100 ml da amostra</i>

De acordo com a Portaria n.º 2914 do Ministério da Saúde, que trata da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade podemos afirmar que a amostra analisada, do ponto de vista bacteriológico, encontra-se **Imprópria para o consumo humano**.

Metodologia:

- Silva, N. - Manual de Métodos de Análise Microbiológicas. São Paulo, Ed. Varela, 1997.
- Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater

Legislação:

- Água para consumo humano - Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011.

Bióloga Responsável: _____

Tânia Maria de Andrade
 C.R.Bio. nº 36121/05-D
 Cart. Nº 018206

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA.

Avenida 1º de maio, 720 - Jaguaribe.

CEP: 58415000 - João Pessoa - PB

Telefones: (83) 3612-1363 - 8793-1694 - 9611-1660

E-mail: lab.aguas@ifpb.edu.br



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais

Pós-Graduação em Recursos Naturais



Doutoranda: Isabelle da Costa Wanderley Alencar

Propriedade Entrevistada:

Roteiro orientador - Pontos críticos dos agroecossistemas

Pontos positivos

Capacidade de venda	Participação de atividades em grupo
Organização dos trabalhos agrícolas	
Uso adequado dos planos do governo	
Capacidade de administração da propriedade e tomada de decisão	
Capacidade de buscar alternativas econômicas	

Pontos limitantes

Falta de mão de obra	Problemas com documentação para aquisição de recursos financeiros
Qualidade da água	Dificuldade para aumentar a produção
Qualidade do solo	Dificuldade para melhorar a qualidade do produto
Situação da posse da terra	
Organização ineficiente para comercialização	
Problemas tecnológicos na produção de coco	
Falta de assistência técnica	
Dificuldade de transporte da produção	



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Pós-Graduação em Recursos Naturais



Doutoranda: Isabelle da Costa Wanderley Alencar	Propriedade Entrevistada:
Orientador: Prof Dr Pedro Vieira de Azevedo	Data:

1. Dados gerais

Grau de parentesco com o agricultor (caso o questionário não seja respondido pelo proprietário):

Quantidade de pessoas residindo na propriedade:	Localidade - Setor/lote:
---	--------------------------

2. Dimensão ambiental

2.1 Uso do solo

	Hectares	Relevo ¹	Erosão ²	Cobertura do solo ³	Observações
Cultivo permanente de coco					
Cultivo diversificado					

¹ Relevo = plano; suave ondulado; ondulado; forte ondulado

² Erosão = nenhuma; formando sulcos; formando ravinas; formando voçorocas

³ Cobertura do solo = solo nu; palha; ervas espontâneas; adubação verde; outra (qual?)

2.2 Água

2.2.1 Tipo de irrigação para o coco da baía: () gotejamento; () aspersão; () microaspersão; () outro. Qual?

2.2.2 Tipo de irrigação demais culturas: () gotejamento; () aspersão; () microaspersão; () outro. Qual?

2.2.3 Existem fontes de água com origem na propriedade? () Não; () Sim. Qual?

2.2.4 Qual a origem da água para consumo doméstico?

2.2.5 A irrigação ocorre de acordo com a necessidade do coco da baía? Havendo outras culturas, a quantidade de água de irrigação é a mesma ou varia de acordo com a necessidade da cultura?

2.2.6 Qual a frequência da irrigação? () diária; () dias alternados; () outra. Qual?

2.2.7 Consumo de água (m³)

Uso doméstico:

Irrigação - Vazão da motobomba (quantidade de água/tempo): _____ Horas de irrigação: _____

2.2.8 Existe escassez de água para efetiva produção de alimentos? () Sim; () Não

2.3 Energia elétrica

2.3.1 Tipo de fornecimento de energia: () através da concessionária local; () solar; () gerador - através de combustível fóssil

2.3.2 Consumo mensal em Kwh:

2.4 Manejo da propriedade

2.4.1 Origem das mudas de coco da baía: () própria; () compra; () orgânica; () convencional

2.4.2 Origem das mudas/sementes de outros cultivos: () própria; () compra; () orgânica; () convencional

2.4.3 Preparo do solo: () Aração; () manual; () animal; () máquina; () outro. Qual?

2.4.4 Tipo de adubação: () orgânica; () química; () mista

2.4.5 Proveniência da adubação: () própria; () comprada

2.4.6 Se houver adubação orgânica, ela ocorre por: () esterco; () compostagem; () adubação verde - através de plantas

2.4.7 Tipos de pragas: citar a praga, planta atingida e tratamento

2.4.8 Principal fonte de perdas na produção e frequência de ocorrência (rara; poucas vezes; muitas vezes; sempre)

2.4.9 Manejo da plantação: () consórcio; () rotação de cultura; () monocultura

2.4.10 Aproveitamento dos restos culturais: não há aproveitamento; () para cobertura morta; () enterrado em valas;

() utilizado em covas de platão; () outra. Qual?

2.4.11 Criação de animais. Quais os animais criados na propriedade?

--

2.4.12 Destino do lixo doméstico: () coleta do DPIPAS; () queima; () enterra; () descarte em terrenos baldios ou rios; () recicla

2.4.13 Descarte de embalagens de agrotóxicos e fertilizantes químicos: () junto ao lixo doméstico; () reutiliza; () entrega em

pontos de coleta; () envia para reciclagem () outro. Qual?

2.4.14 Qual o destino do esgoto doméstico da propriedade? () rede de esgoto; () fossa; () rio ou córregos; () outra. Qual?

2.4.15 Como ocorre o manejo das plantas infestantes? () controle manual; () controle mecânico; () controle cultural; () controle químico

3. Dimensão econômica

3.1 Relação do agricultor com a posse da terra: () proprietário com título; () posseiro; () arrendatário; () outra. Qual?

3.2 Forma de comercialização da produção: () indústria; () feiras livres; () bares e restaurantes; () atravessadores; () outra. Qual?

3.3 Determinação do preço de acordo com a forma de comercialização. Quem determina o preço?

3.4 O agricultor tem gastos com algum crédito agrícola? () Não; () Sim. Qual o valor da parcela?

3.5 Em média, quais os gastos fixos da propriedade? Água R\$ _____; Energia elétrica R\$ _____; Telefone R\$ _____
TV R\$ _____; Internet R\$ _____

3.6 Em algum período há necessidade de contratar mão de obra? () Não () Sim. Qual valor pago?

3.7 Há disponibilidade gratuita de máquinas agrícolas para a propriedade? () Sim; () Não

3.8 Existem gastos com aluguel de máquinas agrícolas? () Não; () Sim. Qual o valor do aluguel?

3.9 Quais as despesas mensais com transporte da produção? R\$ _____

3.10 Gastos mensais com a produção: R\$ _____

3.11 Demais gastos com a família (educação, saúde, alimentação, transporte, roupas e calçados, lazer etc.) R\$ _____

3.12 Em caso de perda de safra, qual recurso utilizado para o sustento da família? () Recursos do governo; () Realização de outro tipo de atividade. Qual?

3.13 Qual a produtividade do coco da baía por hectare? Em caso de policultivo, qual produtividade por ha das demais plantas?

3.14 O agricultor possui veículo próprio? () Não; () Sim. Qual a forma de obtenção do veículo?

3.15 Qual a finalidade do veículo? () transporte da produção; () passeio

3.16 Qual o meio de transporte utilizado para o transporte da produção?

3.17 Como é feita a contabilidade da produção? () Não é feita; () São feitas pequenas anotações; () Faz anotações e arquiva notas e recibos; () Apresenta assessoria contábil

3.18 Tem necessidade de recorrer a empréstimos? () Não; () Sim.

4. Dimensão Social

4.1 Qual o local de origem do agricultor? () Sousa-PB; () Aparecida; () Outro município. Qual?

4.2 Qual o estado civil do agricultor? () Solteiro; () Casado; () Divorciado; () Viúvo

4.3 Qual a escolaridade do agricultor? () Analfabeto; () Ensino fundamental incompleto; () Ensino fundamental completo; () ensino médio incompleto; () Ensino médio completo; () Ensino superior incompleto; () Ensino superior completo

4.4 Qual o parente com maior escolaridade na família do agricultor? () Ele mesmo; () Esposa; () Filhos; () Netos; () Outro. Qual? _____

4.5 Qual o estado de saúde do agricultor? (☐) Raramente encontra-se doente; (☐) Adoece poucas vezes ao ano; (☐) Adoece muitas vezes ao ano; (☐) tem limitações para o trabalho; (☐) Incapaz

4.6 O agricultor utiliza Equipamentos de Proteção Individual (EPI) na realização do seu trabalho? (☐) Sim; (☐) Não.

4.7 Quais as condições de moradia do agricultor? (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Boa

4.8 Quais são os principais eletro-eletrônicos da residência? (☐) TV; (☐) Aparelho de som; (☐) DVD; (☐) Geladeira; (☐) Fogão; (☐) Máquina de lavar; (☐) Computador; (☐) Notebook; (☐) Tablet; (☐) Telefone residencial; (☐) TV a cabo ou antena parabólica

4.9 O agricultor tem internet em sua residência? (☐) Não; (☐) Sim. Qual o principal meio de comunicação utilizado?

4.10 A família tem fácil acesso aos serviços públicos listados abaixo? Como é avaliada a qualidade do serviço?

Escola pública - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Boa

Posto de saúde - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Bom

Transporte público - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Bom

Atendimento feito pelos médicos - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Bom

Atendimento feito pelos agentes de saúde comunitários - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Bom

Atendimento feito pelos dentistas - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Bom

Acesso à hospitais - (☐) Ruim; (☐) Razoável; (☐) Bom

4.11 Na família existem membros assalariados? (☐) Não; (☐) Sim. Quantos?

4.12 O agricultor é filiado a alguma Associação? (☐) Não; (☐) Sim. Qual?

4.13 O agricultor é filiado à Sindicatos? (☐) Não; (☐) Sim. Qual?

4.14 O agricultor tem acesso à créditos rurais? (☐) Não; (☐) Sim. Qual?

4.15 Na família do agricultor há beneficiários do bolsa família? (☐) Não; (☐) Sim. Quantas pessoas?

4.16 Na família do agricultor há aposentados? (☐) Não; (☐) Sim. Quantas pessoas?

4.17 Os filhos dos agricultores apresentam interesse em continuar a atividade dos pais? (☐) Sim; (☐) Não.

4.18 Os pais desejam que seus filhos deem continuidade às suas atividades? (☐) Sim; (☐) Não

4.19 Atualmente os filhos ajudam nas atividades da propriedade? (☐) Sim; (☐) Não.

4.20 A propriedade recebe algum tipo de assistência técnica? (☐) Não; (☐) Sim. Qual?

4.21 O agricultor contribui para a Previdência Oficial (INSS)? (☐) Sim; (☐) Não.

4.22 O agricultor recebe algum tipo de isenção fiscal? (☐) Não; (☐) Sim. Isento de quais impostos?

4.23 Qual a jornada de trabalho diária do agricultor?

4.24 Qual o período de descanso do agricultor?

4.25 o agricultor tem antepassados que trabalhavam na agricultura? Qual o grau de parentesco?

Tratos culturais do coco da baia

Espaçamento de plantio utilizado:

Roçagem nas entrelinhas:

Consortiação nas entrelinhas:

Gradagem do solo:

Consortiação nas faixas de plantio:

Aproveitamento dos restos culturais:

Opiniões do agricultor:

1. O que levou o agricultor a produzir coco da baía?

2. Por que escolheu trabalhar com monocultivo ou policultivo?

3. O agricultor encontra-se satisfeito com a atividade desempenhada?

4. Qual a perspectiva futura do agricultor com relação às suas atividades?

Observações gerais:

